



**UNIVERSIDADE DE ÉVORA**  
**ESCOLA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA**

**Mestrado em Ciências da Terra, da Atmosfera e do Espaço**  
*Especialização em Processos Geológicos*

**Dissertação**

**CARTOGRAFIA E ESTRUTURA DOS RECURSOS MINERAIS  
DOS DISTRITOS DE DÍLI E MANATUTO.  
IMPLICAÇÕES PARA A GÉNESE E EXPLORAÇÃO**

Autor

*Vital Cruz Malai Araujo Vilanova*

**Orientador:**

*Dr. Pedro Miguel Nogueira*

**Co-Orientador:**

*Dr. Domingos Manuel Rodrigues*

**2011**

# **Cartografia e estrutura dos recursos minerais dos Distritos de Díli e Manatuto.**

## **Implicações para a génese e exploração.**

### **Resumo**

Com este trabalho pretende-se fazer um estudo acerca do potencial em recursos minerais nos distritos de Díli e Manatuto. Após os primeiros trabalhos de campo decidiu-se também estender os trabalhos a algumas áreas dos distritos de Liquiça e Baucau para abarcar outros tipos de mineralizações existentes nestas regiões. Foram escolhidas sete regiões alvo, que são Tibar, Hera, Ilimano, Cribas, Soibada, Laleia e Vemasse., para estudos mais detalhados, nomeadamente de mineralometria e geoquímica de sedimentos de linha da água.

O trabalho iniciou-se com uma pesquisa bibliográfica que procurou sistematizar os estudos anteriores existentes, que englobam estudos de companhias privadas, a estudos de organismos do governo. O período histórico coberto nesta pesquisa também vai desde o período anterior à II Guerra Mundial até ao período pós-independência em 2002.

A análise estatística e espacial dos resultados das análises geoquímicas e mineralógicas mostram que o ouro e o crómio são os elementos que se salientam pela sua abundância relativa, sendo os sectores de Bairro Pite da área de Tibar,; Uma Kaduak da área de Ilimano, Maun Fahé da área de Soibada,; Aikudan da área de Cribas, Cairui e Hatularan da área de Laleia, e Caicua e Monte de Virac.

As ocorrências e origens destes dois elementos (Au e Cr) são ligadas aos tipos de depósitos de filonianos, magmáticos, rochas encaixantes dum processo hidrotermal e ortomagmático., em que associados com as presenças de sequência ofiolítica e as rochas ígneas básicas a ultrabásicas.

Os resultados obtidos permitiram confirmar algumas das ocorrências anteriormente descritas, bem como descartar por agora outras áreas que se mostraram menos promissoras.

Palavras-chaves: Timor-Leste, Sedimento de linha da água, jazigo filoniano de , jazigo ortomagmático de Cr.

# **Mapping and structure of the mineral resources of the Districts of Dili and Manatuto. Implications for the genesis and exploitation.**

## **Abstract**

The fieldwork of this thesis is to make a study about the potential for mineral resources in the districts of Dili and Manatuto. After the first fieldwork we decided to extend the work to some areas of the districts of Liquiça and Baucau to encompass other types of mineralizations of these regions. And then seven target regions were chosen, like as: Tibar, Hera, Ilimano, Cribas, Soibada, Laleia and Vemassee., for more detailed studies including mineralometric and geochemical stream line sediments.

The work began with a bibliographic search which aim was to systematize the existing studies that include studies of private companies and also government institutional studies. The historical period covered in this research goes from the period prior to World War II until the post-independence period of 2002.

Through of the statistic and spatial analysis for the geochemical and mineralogical results show that the gold and the chromium more abundant, numerous and have possibility to be allowed for exploration are in sectors of Bairro Pite of the Tibar area, where Au to extend up to 1060 ppb; Uma Kaduak of the Ilimano area, 900 ppm of Cr was registered; Maun Fahe of the Soibada area, to extend up to 165 ppb of Au; Aikudan of the Cribas area, 1150 ppm of Cr was finded; Cairui and Hatularan of the Laleia area, 1160 ppb of Au and 1220 ppm of Cr; and Caicua and Virac Mount, 198 ppb and 35800 ppm of Au and Cr were registered.

The genesis and occurrence of theses ore (Au and Cr) are related to vein system, magmatic, host rocks of the hydrothermal process and orthomagmatic tipe deposits., where associated with the ophiolit sequence and basic to ultrabasic igneous rocks presence.

The results obtained allowed to confirm some of the occurrences described above, as well to discard other areas that were considered less promising.

Keywords: Timor-Leste, Stream sediments, Au vein system, ortomagmatic Cr.

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar eu gostaria de expressar louvor e gratidão a Deus todo-pedoroso, por causa da bênção, graça e Seu poder que deu vida e força para o autor a concluir este trabalho da tese de mestrado.

Nesta oportunidade o autor também gostaria de agradecer a:

1. A minha amada esposas como uma amiga da vida que muito especial “Joana Maria Fernandes” está sempre la para mim, sempre dando concelhos, encorajamento e apoio para mim.
2. Os meus pais “Jose Vilanova e Rosalinda Araújo” e todos os meus irmãos por todas as orações e apoio para mim, tanto moralmente e fisicamente: Ir. José Higinio Santos Vilanova e suas famílias, Milena G. A. Vilanova e suas famílias, dra. Vitalina Vilanova e suas famílias, Doris Vilanova., Lic.Psi, Palmira Vilanova. Lic.Sc, Josefa Vilanova., Lic.Sc, Ray Vilanova e Pedro Vilanova.
3. Prof. Dr. Pedro Nogueira com sua família, como orientador neste trabalho da tese da Universidade de Évora, que me guiou como seu filho próprio, sempre que me ajudou em tantos problemas que eu enfrentar e tomou o tempo para as diversas consultas e discussões durante a realização desta tese.
4. Prof. Dr. Domingos Rodrigues com sua família, como co-orientador, que também tenha tomada a tempo para diversas consultas e discussões.
5. Prof. Dr. Rui Dias, Prof. Dr. Alexandre Araújo, Prof. Dr. Luis Lopes, Profa. Dr. Paula Faria, Prof. Dr. José Mirão, Prof. Dr. Carlos Ribeiro, Profa. Dr. Rita Fonseca, Prof. Dr. Pedro Madueira, Profa. Dr. Patricia Moita, Prof. Dr. José Borges, Prof. Dr. Manuel Fransisco Pereira, Prof. Dr. Jorge Pedro, Prof. Dr. Carlos Alexandre, Profa. Dr. Maria João Costa, etc., que me tenha ensinado e orientado muito bem durante estive na aula em Portugal e em Timor, assim, aumenta meu conhecimento sobre geologia e poderia terminar deste trabalho da tese com sucesso.
6. Os colegas Timorenses e Portugueses de mestrado em ciências da terra, da atmosfera e do espaço, da Universidade de Évora: Nene Cristovão, Hélio Cristovão, Gabriel Aparício, Aquiles Freitas, Ilce H. Silva, Henrique Gusmão, Apolinário Alves, Valente Ferreira, Felix Jones, Noel Morreira, Catarina Basile, Alexandre, etc., sempre dando concelhos, encorajamento e apoio para mim.

# Índice

Resumo.....	1
Abstract .....	2
AGRADECIMENTOS.....	3
Índice.....	4
Lista de Figuras.....	6
Lista de Tabelas .....	9
1. INTRODUÇÃO.....	13
1.1. OBJECTIVOS .....	14
1.2. LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DAS ÁREAS ESTUDADAS .....	15
1.3. CONDIÇÕES GERAIS DE TIMOR E DAS ÁREAS ESTUDADAS.....	18
1.3.1 Morfologia.....	18
1.3.2 Clima .....	23
1.4. QUESTÕES DE ESTUDO.....	27
2. ENQUADRAMENTO GEOLÓGICO.....	28
2.1. POSIÇÃO GEODINÂMICA DE TIMOR .....	28
2.2. ENQUADRAMENTO GEOLÓGICO .....	32
2.3. TIPOS DE RECURSOS MINERAIS.....	37
2.3.1. Jazigos Ortomagmáticos.....	37
2.3.2. Jazigos Vulcanogénicos de Sulfuretos Maciços .....	39
2.3.3. Jazigos Sedimentares de Precipitação Química e Outros Tipos de Jazigos de Manganês .....	40
2.3.4. Jazigos Filonianos.....	41
2.3.5. Jazigo Tipo Placer .....	41
3. TRABALHOS ANTERIORES.....	43
3.1. S. F. WITTOUCK (1937).....	50
3.2. AZEREDO LEME (1968).....	54
3.3. DEPARTAMENTO DE MINAS E ENERGIA DE TIMOR-LESTE, 1998.....	55
(DEPARTEMEN PERTAMBANGAN DAN ENERGI – TIMOR TIMUR, 1998).....	55
3.4. ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS OU ONU (2003).....	60
4. METODOLOGIAS DE ESTUDO.....	66
4.1. FASE DE PREPARAÇÃO.....	67
4.1.1 Estudo de Literatura.....	67

4.1.2.	Preparação dos Mapas, Fotografias Aéreas e Equipamentos .....	67
4.1.3.	Reconhecimento de Campo .....	69
4.2.	FASE DE MAPEAMENTO.....	69
4.2.1.	Observação .....	70
4.2.2.	Registos Os Dados.....	71
4.2.3.	Recolher As Amostras .....	72
4.3.	FASE DE ANÁLISE A LUPA.....	79
4.4.	FASE DE ANÁLISE GEOQUÍMICA .....	80
4.5.	FASE DE TRATAMENTO DOS DADOS.....	80
5.	SEDIMENTOS DE LINHA DE ÁGUA.....	81
5.1.	AS AMOSTRAS DE CONCENTRADOS.....	81
5.1.1.	Área de Tibar .....	89
5.1.2.	Área de Hera.....	99
5.1.3.	Área de Ilimano .....	107
5.1.4.	Área de Cribas .....	114
5.1.5.	Área de Soibada.....	122
5.1.6.	Área de Laleia.....	131
5.1.7.	Área de Vemasse .....	138
5.2.	CONCLUSÕES .....	145
6.	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....	151
6.1.	CRÓMIO (Cr).....	151
6.2.	OURO (Au).....	152
	Trabalhos Futuros .....	154
	Bibliografia .....	155

## Lista de Figuras

Figura 1.1. Diagrama de McKelvey com a definição dos termos de Reserva e Recurso. Adaptado de Nogueira (2010 A).....	14
Figura 1.2. Mapa de localização geográfica das áreas estudadas e suas divisões das administrações. Os dados correspondem a um conjunto da informação que foi digitalizada por grupo de trabalho (GERTIL, URL 1).	16
Figura 1.3. Mapa de localização geográfica e administrativa, e mostra também a quadrícula numerada que corresponde às listas das folhas dos mapas topográficos da Indonésia da região de Timor-Leste. (Os dados correspondem a um conjunto de informação que foi digitalizada por grupo de trabalho (GERTIL, URL 1).	17
Figura 1.4. Mapa de altitude da região de Timor-Leste, foi feito de altimetria com base curva de nível de 100 em 100 metros de altura, (Rodrigues. D., 2003).....	19
Figura 1.5. Fotografia do Google Earth da região de Timor-Leste, mostra as paisagens morfológicas, que corresponde à figura 1.3. ....	20
Figura 1.6. Mapa de temperaturas médias da ilha de Timor-Leste.....	25
Figura 1.7. Mapa das precipitações médias da ilha de Timor-Leste.....	26
Figura 2.1. Localizações das ilhas dos Arcos de Banda (Externo e Interno) e de Sonda em fotografia do Google Earth, ano 2010. (Modificado de US Department of State Geographer do programa de Google Earth Pro, versão 4.2).....	29
Figura 2.2. Mapa de localização dos arcos de Sonda e Banda mostrando os elementos tectônicos do Cenozóico Superior e Recentes (Adaptado do Carter, et al.,1976). ....	30
Figura 2.3. Perfil através da litosfera do arco de Banda, mostrando modelo do carreamento de Timor. Unidades de Alóctone estão a cavalgar acima da margem continental Australiana dobrada (Richardson e Blundell, 1996., adaptado de Gillian Hamson, 2004).....	31
Tabela 2.1. Mostra a comparação das unidades estratigráficas proposta por Audley-Charles (1968) e Azeredo Leme (1968). (Pedro Nogueira, 2010).....	34
Figura 2.4. Coluna Coluna estratigráfica dos sistemas de Alóctone, Para-Autóctone e Autóctone das formações de rochas da ilha de Timor. Adaptado de Audley-Charles, 2011. ....	36
Figura 2.5. Exemplo de um perfil ideal da sequência ofiolítica. O corpo de cromite pediforme forma estrutura lenticular por baixo de borda petrológica de Moho ou fronteira entre crosta e manto.(Adaptado de <a href="http://www.google/depósitos_ortomagmáticos.pdf/depósitos_ortomagmáticos_associados_com_rochas_básicas_e_ultrabásicas.pt">http://www.google/depósitos_ortomagmáticos.pdf/depósitos_ortomagmáticos_associados_com_rochas_básicas_e_ultrabásicas.pt</a> ).....	39
Figura 2.6. Perfil esquemático que ilustrado a deposição do minério de Au em Ainaro Gravels, na região de Timor. Mostra três fases de concentração dos minerais pesados, tipicamente do jazigo tipo placer de Au (Modificado de Buletin de USG, 1693: modelo descritivo de placer Au-PGE em modelo de depósitos minerais).....	42
Figura 3.1. Mapa geológico da ilha de Timor segundo o autor de S. F. Wittwouck (1937). Além das formações de rochas e estruturas geológicas, mostrando também distribuição dos recursos naturais em toda a região de Timor. ....	44
Figura 3.2. Mapa de distribuição da ocorrência de cobre (Cu) na região de Timor-Leste. Adaptado da ONU (2003), no relatório de Atlas dos Recursos Minerais da Região de ESCAP. ....	45

Figura 3.3. Mapa de distribuição da ocorrência de ouro (Au) na região de Timor-Leste. Adaptado da ONU (2003), no relatório de Atlas dos Recursos Minerais da Região de ESCAP. ....	46
Figura 3.4. Mapa de distribuição da ocorrência de prata (Ag) na região de Timor-Leste. Adaptado da ONU (2003), no relatório de Atlas dos Recursos Minerais da Região de ESCAP. ....	47
Figura 3.5. Mapa de distribuição da ocorrência de manganês (Mn) na região de Timor-Leste. Adaptado da ONU (2003), no relatório de Atlas Minerais da Região de ESCAP. ....	48
.....	49
Figura 3.6. Mapa de distribuição da ocorrência de cromite (Cr) na região de Timor-Leste. Adaptado da ONU (2003), no relatório de Atlas dos Minerais da Região de ESCAP. ....	49
Figura 3.7. Mapa geológico e distribuição da ocorrência de cromite na região de Ilimano. Adaptado de Wittouck (1937). ....	52
Figura 3.8. Mapa de localização das áreas mineralizadas da região de Virac. Adaptado de Wittouck (1937). ....	53
Figura 3.9. Mapa de distribuição da ocorrência dos recursos naturais metálicos e não metálicos. das regiões de Dili e ilha de Atauro. (Dinas Pertambangan dan Energi, 1998). ....	57
Figura 3.10. Mapa de distribuição da ocorrência dos minerais metálicos e não metálicos da região de Manatuto (Dinas Pertambangan dan Energi, 1998). ....	58
Figura 3.11. Mapa de distribuição da ocorrência dos minerais metálicos e não metálicos da região de Baucau (Dinas Pertambangan dan Energi, 1998). ....	59
Figura 3.12. Mapa de distribuição da ocorrência dos minerais metálicos e não metálicos das regiões de Dili e ilha de Atauro. Adaptado da ONU (2003), no relatório de Atlas dos Recursos Minerais da Região de ESCAP. ....	62
Figura 3.13. Mapa de distribuição da ocorrência dos minerais metálicos e não metálicos da região de Liquiça. Adaptado da ONU (2003), no relatório de Atlas dos Recursos Minerais da Região de ESCAP. ....	63
Figura 3.14. Mapa de distribuição da ocorrência dos minerais metálicos e não metálicos da região de Manatuto. Adaptado da ONU (2003), no relatório de Atlas dos Recursos Minerais da Região de ESCAP. ..	64
Figura 3.15. Mapa de distribuição da ocorrência dos minerais metálicos e não metálicos da região de Baucau. Adaptado da ONU (2003), no relatório de Atlas dos Recursos Minerais da Região de ESCAP. ....	65
Figura 4.1. Diagrama esquemático de metodologia do estudo geológico. (Modificação de Guia Manual de Estudo do Campo de UGM, 1997). ....	66
Figura 4.2. Mapa geológico e localizações das amostras de rochas colhidas das áreas estudadas dos distritos de Dili e Liquiça. ....	73
Figura 4.3. Mapa geológico e localizações das amostras de concentração de linha de água colhidas das áreas estudadas dos distritos de Dili e Liquiça. ....	74
Figura 4.4. Mapa geológico e localizações das amostras de rochas colhidas da área estudada do distrito de Manatuto. ....	75
Figura 4.5. Mapa geológico e localizações das amostras de concentração de linha de água colhidas da área estudada do distrito de Manatuto. ....	76
Figura 4.6. Mapa geológico e localizações das amostras de rochas colhidas da área estudada de Vemassee. .	77
Figura 4.7. Mapa geológico e localizações das amostras de concentração de linha de água colhidas da área estudada de Vemassee. ....	78

Tabela 5.13. Coeficientes de correlação de Pearson (R), para os diferentes diferentes componentes minerais, a partir da análise mineralógica. ....	98
Tabela 5.44. Coeficientes de correlação de Pearson (R) para os diferentes componentes mineralógicos através da análise de cluster ou agrupamentos da área estudada de Cribas.....	121

## Lista de Tabelas

Tabela 5.1. Análise as composições mineralógicas a lupa das amostras de concentrados dos minerais pesados das todas áreas estudadas, em unidade de grãos.....	83
Tabela 5.2. Os resultados da análise geoquímica das amostras de concentrados dos minerais pesados das todas áreas estudadas (reportado em 08 de Novembro de 2011).....	85
Tabela 5.3. Os resultados dos cálculos de concentrações médias (X) para cada elemento químico .....	87
Tabela 5.4. Os resultados dos cálculos de desvios padrões para cada elemento químico. ....	88
Tabela 5.5. Percentagens de granulometria dos fragmentos e partículas dos sedimentos aluvianos da área de Tibar. ....	89
Tabela 5.6. As composições mineralógicas para cada amostra de concentração dos minerais pesados, através da análise mineralógica a lupa binocular.....	91
Tabela 5.7. Os resultados da análise geoquímica das amostras de concentrações das áreas de Tibar e circundantes.....	92
Tabela 5.8. Cálculo de concentrações médias para cada componente mineralógico.....	94
Tabela 5.9. Cálculo dos desvios padrões para cada componente mineralógico. ....	95
Tabela 5.10. Calculo de concentrações médias para cada elemento químico. ....	95
Tabela 5.11. Cálculo dos desvios padrões para cada elemento. ....	96
Tabela 5.12. Coeficientes de correlação de Pearson (R), para os diferentes locais, a partir da análise mineralógica. ....	97
Tabela 5.14. Coeficientes de correlação de Pearson (R) para os diferentes locais da análise química. ....	98
Tabela 5.15. Coeficientes de correlação de Pearson (R) para os diferentes elementos. ....	99
Tabela 5.16. As composições mineralógicas para cada amostra de concentração dos minerais pesados. ....	100
Tabela 5.17. Os resultados da análise geoquímica das amostras de concentrados da área estudada de Hera. ....	101
Tabela 5.18. Cálculo das concentrações médias para cada componente mineralógico da área de Hera. ....	102
Tabela 5.19. Cálculo dos desvios padrões para cada componente mineralógicoatravés, da área de Hera. ...	103
Tabela 5.20. Cálculo de concentrações médias para cada elemento químico da área de Hera. ....	103
Tabela 5.21. Os resultados dos cálculos dos desvios padrões para cada elemento químico, da área de Hera. ....	104
Tabela 5.22. Coeficientes de correlação de Pearson (R) para os diferentes locais da área de Hera.....	105
Tabela 5.23. Coeficientes de correlação de Pearson (R) para os diferentes locais da parte geoquímica da área de Hera.....	106
Tabela 5.24. Coeficientes de correlação de Pearson (R) para os diferentes componentes mineralógicos através da análise de cluster ou agrupamentos da área estudada de Hera. ....	106

Tabela 5.25. Coeficientes de correlação de Pearson (R) para os diferentes elementos químicos através da análise de cluster ou agrupamentos da área estudada de Hera. ....	107
Tabela 5.26. As composições mineralógicas para cada amostra de concentração dos minerais pesados, através da análise mineralógica a lupa binocular, da área estudada de Ilimano. ....	109
Tabela 5.27. Os resultados da análise geoquímica das amostras de concentrados da área estudada de Ilimano. ....	109
Tabela 5.28. Os resultados dos cálculos de concentrações médias para cada componente mineralógico, através da análise estatística por Microsoft Office de Excel da área estudada de Ilimano. ....	110
Tabela 5.29. Os resultados dos cálculos dos desvios padrões para cada componente mineralógico através da análise estatística por Microsoft Office de Excel da área estudada de Ilimano. ....	110
Tabela 5.30. Os resultados dos cálculos de concentrações médias para cada elemento químico através da análise estatística por Microsoft Office de Excel da área estudada de Ilimano. ....	111
Tabela 5.31. Os resultados dos cálculos dos desvios padrões para cada elemento químico através da análise estatística por Microsoft Office de Excel da área estudada de Ilimano. ....	111
Tabela 5.32. Coeficientes de correlação de Pearson (R) para os diferentes locais da parte mineralógica através da análise de cluster ou agrupamentos da área estudada de Ilimano. ....	112
Tabela 5.33. Coeficientes de correlação de Pearson (R) para os diferentes locais da parte geoquímica através da análise de cluster ou agrupamentos da área estudada de Ilimano. ....	112
Tabela 5.34. Coeficientes de correlação de Pearson (R) para os diferentes componentes mineralógicos através da análise de cluster ou agrupamentos da área estudada de Ilimano. ....	113
Tabela 5.35. Coeficientes de correlação de Pearson (R) para os diferentes elementos químicos através da análise de cluster ou agrupamentos da área estudada de Ilimano. ....	113
Tabela 5.36. As composições mineralógicas para cada amostra de concentração dos minerais pesados, através da análise mineralógica a lupa binocular da área estudada de Cribas. ....	116
Tabela 5.37. Os resultados da análise geoquímica das amostras de concentrados da área estudada de Cribas. ....	116
Tabela 5.38. Os resultados dos cálculos de concentrações médias para cada componente mineralógico através da análise estatística por Microsoft Office de Excel da área estudada de Cribas. ....	117
Tabela 5.39. Os resultados dos cálculos de concentrações médias para cada elemento químico através da análise estatística por Microsoft Office de Excel da área estudada de Cribas. ....	118
Tabela 5.40. Os resultados dos cálculos dos desvios padrões para cada componente mineralógico através da análise estatística por Microsoft Office de Excel da área estudada de Cribas. ....	118
Tabela 5.41. Os resultados dos cálculos dos desvios padrões para cada elemento químico através da análise estatística por Microsoft Office de Excel da área estudada de Cribas. ....	119
Tabela 5.42. Coeficientes de correlação de Pearson (R) para os diferentes locais da parte mineralógica através da análise de cluster ou agrupamentos da área estudada de Cribas. ....	120
Tabela 5.43. Coeficientes de correlação de Pearson (R) para os diferentes locais da parte geoquímica através da análise de cluster ou agrupamentos da área estudada de Cribas. ....	120
Tabela 5.45. Coeficientes de correlação de Pearson (R) para os diferentes elementos químicos através da análise de cluster ou agrupamentos da área estudada de Cribas. ....	121

Tabela 5.46. As composições mineralógicas para cada amostra de concentração dos minerais pesados, através da análise mineralógica a lupa binocular, da área estudada de Soibada. ....	125
Tabela 5.47. Os resultados da análise geoquímica das amostras de concentrados da área estudada de Soibada. ....	126
Tabela 5.48. Os resultados dos cálculos de concentrações médias para cada componente mineralógico através da análise estatística por Microsoft Office de Excel da área estudada de Soibada.....	127
Tabela 5.49. Os valores de concentrações médias dos elementos químicos da área estudada de Soibada. ..	127
Tabela 5.50. Os resultados dos cálculos de desvios padrões para cada componente mineralógico através da análise estatística por Microsoft Office de Excel da área estudada de Soibada. ....	128
Tabela 5.51. Os resultados dos cálculos de desvios padrões para cada elemento químico através da análise estatística por Microsoft Office de Excel da área estudada de Soibada. ....	128
Tabela 5.52. Coeficientes de correlação de Pearson (R) para os diferentes locais da parte mineralógica através da análise de cluster ou agrupamentos da área estudada de Soibada. ....	129
Tabela 5.53. Coeficientes de correlação de Pearson (R) para os diferentes componentes mineralógicos através da análise de cluster ou agrupamentos da área estudada de Soibada. ....	130
Tabela 5.54. Coeficientes de correlação de Pearson (R) para os diferentes locais da parte geoquímica através da análise de cluster ou agrupamentos da área estudada de Soibada.....	130
Tabela 5.55. Coeficientes de correlação de Pearson (R) para os diferentes elementos químicos através da análise de cluster ou agrupamentos da área estudada de Soibada. ....	131
Tabela 5.56. As composições mineralógicas para cada amostra de concentração dos minerais pesados, através da análise mineralógica a lupa binocular da área estudada de Laleia. ....	133
Tabela 5.57. Os resultados da análise geoquímica das amostras de concentrados da área estudada de Laleia. ....	133
Tabela 5.58. Os resultados dos cálculos de concentrações médias para cada componente mineralógico através da análise estatística por Microsoft Office de Excel da área estudada de Laleia. ....	134
Tabela 5.59. Os resultados dos cálculos dos desvios padrões para cada componente mineralógico através da análise estatística por Microsoft Office de Excel da área estudada de Laleia. ....	135
Tabela 5.60. Os resultados dos cálculos de concentrações médias para cada elemento químico através da análise estatística por Microsoft Office de Excel da área estudada de Laleia. ....	135
Tabela 5.61 Os resultados dos cálculos dos desvios padrões para cada elemento químico através da análise estatística por Microsoft Office de Excel da área estudada de Laleia. ....	136
Tabela 5.62. Coeficientes de correlação de Pearson (R) para os diferentes locais da parte mineralógica através da análise de cluster ou agrupamentos da área estudada de Laleia. ....	136
Tabela 5.63. Coeficientes de correlação de Pearson (R) para os diferentes locais da parte geoquímica através da análise de cluster ou agrupamentos da área estudada de Laleia. ....	137
Tabela 5.64. Coeficientes de correlação de Pearson (R) para os diferentes componentes mineralógicos da área de Laleia.....	137
Tabela 5.65. Coeficientes de correlação de Pearson (R) para os diferentes elementos químicos da área de Laleia. ....	138
Tabela 5.65. Os componentes mineralógicos com seus valores de números em unidade de grãos,.....	140
através da análise as composições mineralógicas à lupa. ....	140

Tabela 5.66. Os elementos químicos com seus teores de cada amostra da área estudada de Vemasse, através da análise as composições mineralógicas à lupa. ....	140
Tabela 5.67. Os resultados dos cálculos de concentrações médias para cada componente mineralógico através da análise estatística por Microsoft Office de Excel da área estudada de Vemasse. ....	141
Tabela 5.68. Os resultados dos cálculos de desvios padrões para cada componente mineralógico através da análise estatística por Microsoft Office de Excel da área estudada de Vemasse. ....	141
Tabela 5.69. Os resultados dos cálculos de concentrações médias para cada elemento químico através da análise estatística por Microsoft Office de Excel da área estudada de Vemasse. ....	142
Tabela 5.70. Os resultados dos cálculos de desvios padrões para cada elemento químico através da análise estatística por Microsoft Office de Excel da área estudada de Vemasse. ....	142
Tabela 5.71. Coeficientes de correlação de Pearson (R) para os diferentes locais da parte mineralógica através da análise de cluster ou agrupamentos da área estudada de Vemasse. ....	143
Tabela 5.72 Coeficientes de correlação de Pearson (R) para os diferentes componentes mineralógicos através da análise de cluster ou agrupamentos da área estudada de Vemasse. ....	144
Tabela 5.73. Coeficientes de correlação de Pearson (R) para os diferentes locais da parte geoquímica através da análise de cluster ou agrupamentos da área estudada de Vemasse. ....	144
Tabela 5.74. Coeficientes de correlação de Pearson (R) para os diferentes elementos químicos através da análise de cluster ou agrupamentos da área estudada de Vemasse. ....	145

# 1. INTRODUÇÃO

A tese de mestrado que aqui se apresenta com o título “Cartografia e Estrutura dos Recursos Minerais dos Distritos de Dili e Manatuto. Implicações Para a Génese e Exploração” procura estudar o potencial em recursos minerais metálicos, que Timor-Leste possui.

Timor-Leste é um país recente, apresenta uma economia frágil e que não depende dos recursos minerais não metálicos e metálicos para o seu funcionamento. Actualmente a sua economia tem uma dependência da descoberta de quantidades apreciáveis de recursos energéticos, como: petróleo e gás natural, que foram identificados, querem em terra (*onshore*) e em mar (*offshore*) e que estão desde à alguns anos a ser explorados.

Mas, estes recursos são não renováveis (non renewable). Para um melhor aproveitamento e uma boa gestão destes recursos, Timor-Leste precisa de desenvolver os seus recursos humanos. Com este nosso trabalho procuramos contribuir para o desenvolvimento de actividades de pesquisa, para reconhecer os recursos existentes e encontrar novos recursos, especificamente neste caso os recursos minerais metálicos.

A análise dos relatórios e trabalhos existentes revela a existencia de indicações da sua presença e que estes recursos possuem uma distribuição em várias regiões de Timor-Leste.

Porque estes recursos não foram explorados até agora, constituem um recurso que se pode considerar como um recurso hipotético (como se mostra na figura 1.1).

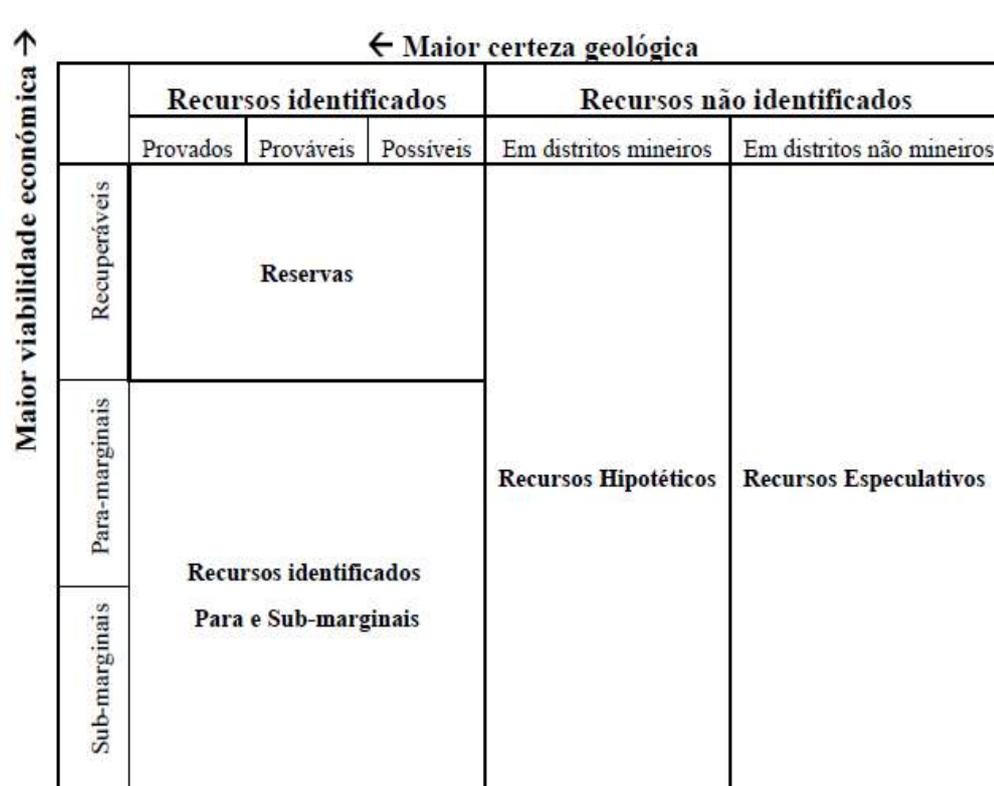


Figura 1.1. Diagrama de McKelvey com a definição dos termos de Reserva e Recurso. Adaptado de Nogueira (2010 A).

Assim, o autor espera que esta dissertação contribua para o aumento do conhecimento geológico e geoquímico do território nacional e numa perspectiva mais ampla para o desenvolvimento e melhoria das condições da economia de Timor-Leste.

## 1.1. OBJECTIVOS

Com este trabalho pretendem-se alcançar os seguintes objectivos:

1. Obtenção do grau de mestre, na especialidade em Processos Geológicos do curso de Mestrado em Ciências da Terra, da Atmosfera e do Espaço.
2. Caracterizar os principais eventos geológicos do ponto de vista litológico, estrutural e geomorfológico da área de pesquisa, e analisar os resultados obtidos para criar mapas temáticos com a informação dos recursos minerais.

3. Estudar amostras de concentrados de minerais pesados, de linhas de água para procurar delinear as potenciais zonas de ocorrências minerais mais importantes, além de criar o mapa de distribuição dos minerais pesados nas áreas estudadas.
4. Criar uma base de dados e um SIG com a informação mineralógica e geoquímica das áreas estudadas.

## **1.2. LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DAS ÁREAS ESTUDADAS**

As áreas abrangidas pela nossa pesquisa, administrativamente estão situadas nos distritos de Dili, Liquiça, Manatuto e Baucau. Esta localização corresponde à zona central do país.

A área estudada confina a norte com o estreito de Wetar; na parte oriental a fronteira a leste é com o distrito de Viqueque; a Sul com o mar de Timor; e a ocidente com os distritos de Aileu e Manufahi (ver figura 1.2).

Na cartografia o levantamento geológico das áreas estudadas, foi feito utilizando os mapas topográficos da Indonésia, publicados por Badan Koordinasi Survey dan Pemetaan Nasional (BAKOSURTANAL) no ano de 1999, listam-se nas folhas de 2407 – (242 e 244; 321-324; 331, 333 e 334; 341-344; e 621-622), 2506 – (433), e 2507 – (111-113; 131-134; e 141 e 143; 412; e 421), com escala 1:25.000. (como se mostra na figura 1.3, abaixo).

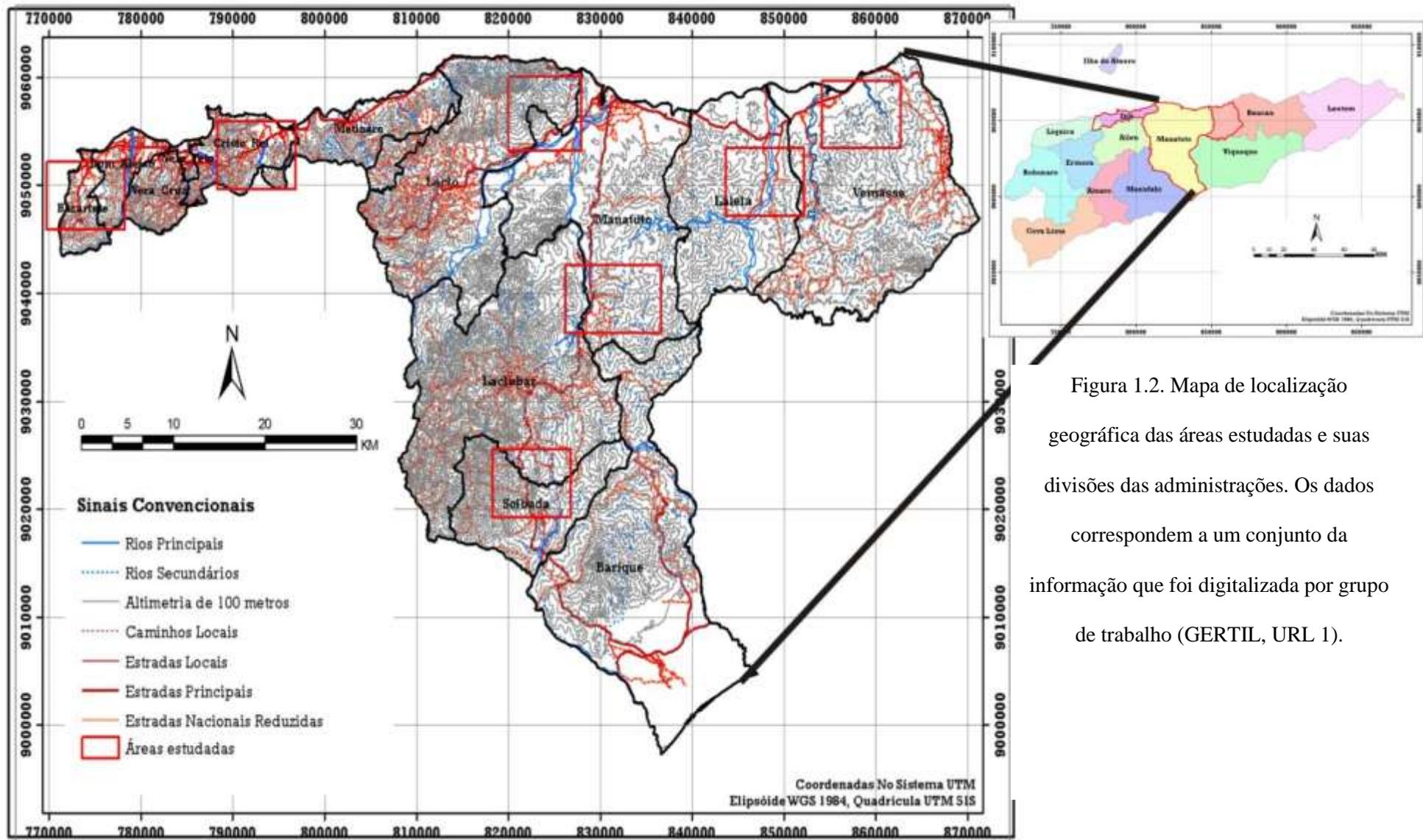


Figura 1.2. Mapa de localização geográfica das áreas estudadas e suas divisões das administrações. Os dados correspondem a um conjunto da informação que foi digitalizada por grupo de trabalho (GERTIL, URL 1).

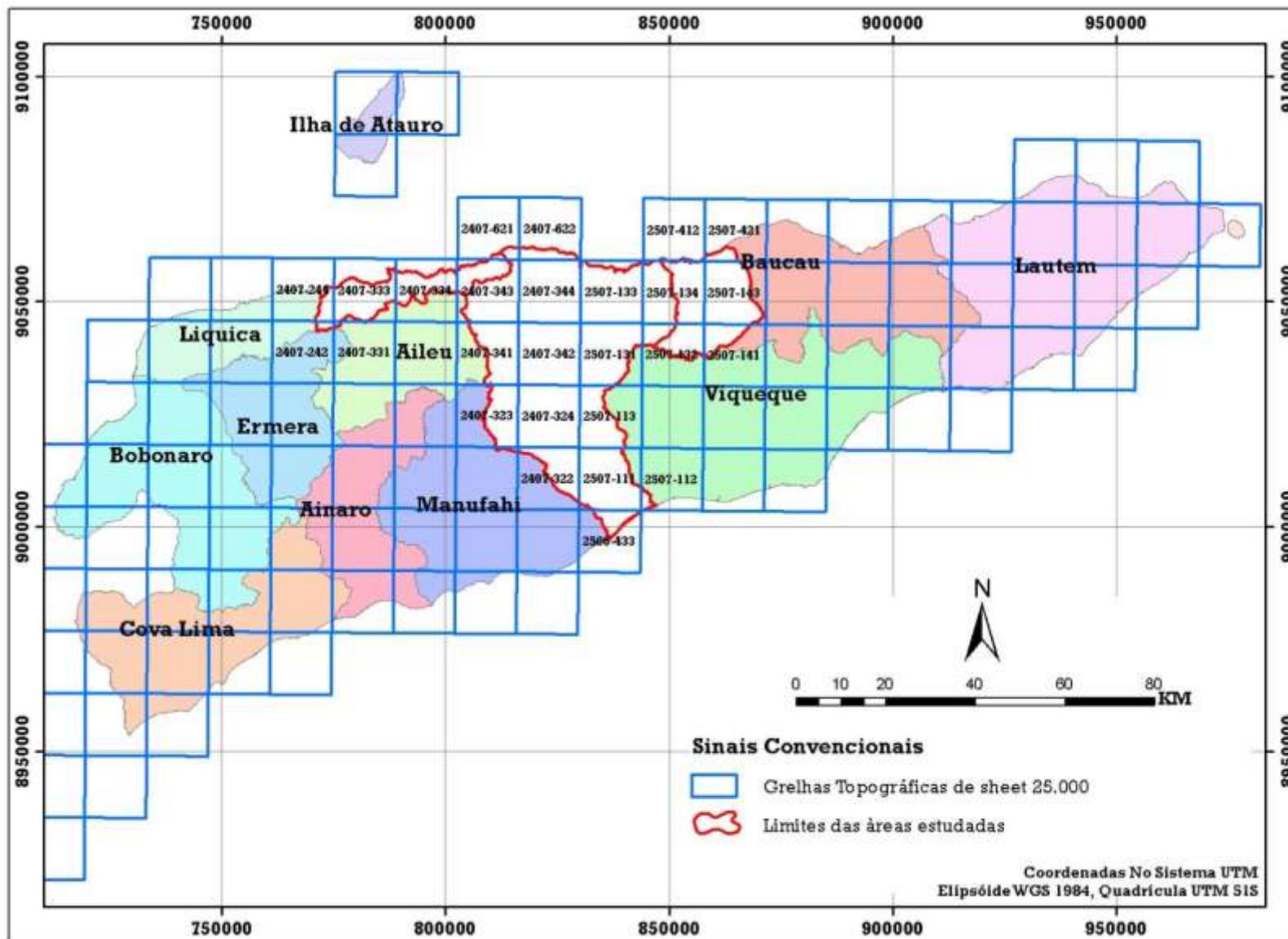


Figura 1.3. Mapa de localização geográfica e administrativa, e mostra também a quadrícula numerada que corresponde às listas das folhas dos mapas topográficos da Indonésia da região de Timor-Leste. (Os dados correspondem a um conjunto de informação que foi digitalizada por grupo de trabalho (GERTIL, URL 1).

### 1.3. CONDIÇÕES GERAIS DE TIMOR E DAS ÁREAS ESTUDADAS

#### 1.3.1 Morfologia

A ilha de Timor é a maior das pequenas ilhas de Sonda, que se encontra situada entre o arquipélago Indonésio e o continente Australiano. Localizado numa região tectonicamente activa, as paisagens actuais são na maior parte controladas pelos fenómenos orogénicos e factores geológicos, como: litológicos e estruturas geológicas (falhas, carreamentos, fracturas, etc.).

Em geral, o território de Timor apresenta uma região da topografia montanhosa bastante acidentada, com declives variados, desde o suave até ao muito inclinado, onde se pode observar a acção das actividades dos processos geodinâmicos externos, como: erosão e meteorização. Encontrando-se os picos mais altos no centro do território, desde a parte ocidental até a oriental do território de Timor-Leste. É comumente utilizada a sigla de RMC para designar o triângulo abrangido pelas três maiores montanhas de Timor-Leste, que são o Ramelau ou Tata Mai Lau, situada no centro ou na fronteira entre distritos de Ainaro e Ermera (Atsabe) e com altitude que atinge até os 2964 metros; o Matebian, localizado a Sudeste de Baucau, com 2380 metros; e Cablac, a Noroeste da cidade de Same, e com altura de pico é 2100 metros. Além deste triângulo - RMC, na fronteira entre os subdistritos de Letefoho e Atsabe pode ser avistado o monte de Darulau, com altitude aproximadamente de 2320 metros; o Mundo Perdido (1769 metros) na região que separa Baucau e Viqueque; tal como se mostra nas figuras 1.4 e 1.5 abaixo ([www.wikipédia/Timor-Leste.com](http://www.wikipédia/Timor-Leste.com)., acesso no mês de Julho de 2011).

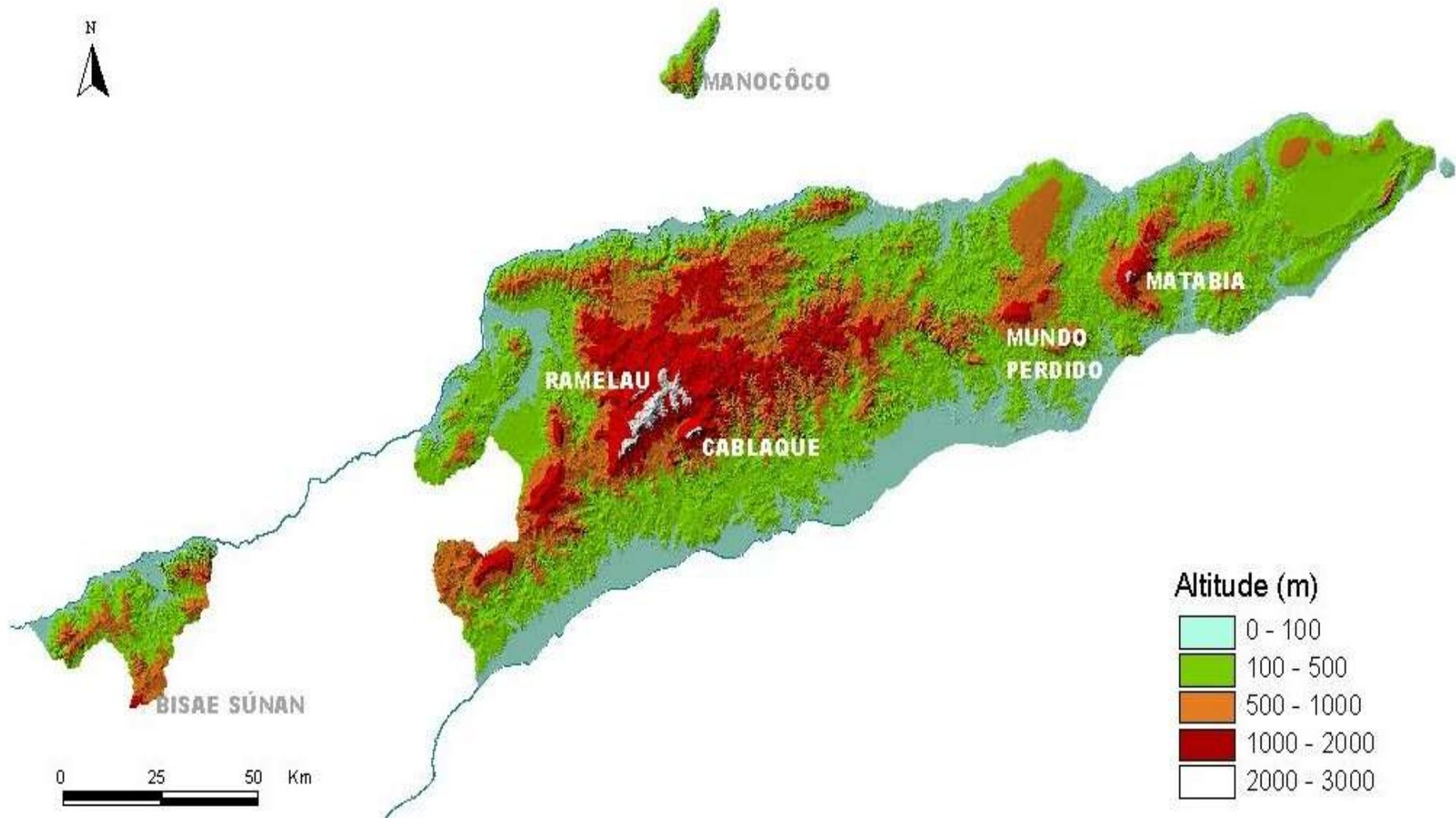


Figura 1.4. Mapa de altitude da região de Timor-Leste, foi feito de altimetria com base curva de nível de 100 em 100 metros de altura, (Rodrigues. D., 2003).



Figura 1.5. Fotografia do Google Earth da região de Timor-Leste, mostra as paisagens morfológicas, que corresponde à figura 1.3.

As paisagens morfológicas no território de Timor-Leste em geral, e especificamente nas áreas estudadas, estão divididas em quatro grandes grupos topográficos (segundo a nomeação e classificação proposta por Van Zuidam, 1983., no apontamento da aula de Geomorfologia do Danis Agoes Wiloso, 2004), são:

1. Cadeias das montanhas com ondulações geográficas fortes

Esta paisagem morfológica encontrado no centro do território de Timor-Leste. Caracterizado pelas presenças de cadeias das montanhas com picos mais altos que atingem até os 2000 metros de altitude, onde o declive do terreno é muito forte, formam a direcção quase NE – SW que é paralela ao posicionamento da ilha de Timor actual.

A paisagem morfológica de cadeias das montanhas com ondulações geográficas fortes maior parte ocupa as áreas com condição de clima muito favorável e estável. Assim, os materiais geológicos ainda frescos e resistentes aos processos de meteorização e erosão.

Geomorfologicamente o controle é essencialmente estrutural, controlado por estruturas geológicas, como falhas, carreamentos e/ou cavalgamentos, etc.

As áreas estudadas, encontram-se no Distrito de Manatuto, que inclui também os subdistritos de Soibada e Laclubar, onde a altitude atinge cotas superiores a 1500 metros.

## 2. Cadeias das montanhas com ondulações geográficas fracas

Ocupam uma pequena área e correspondem a zonas muito meteorizadas e erodidas, por se situarem em região com condições climáticas médias, instáveis, com ventos dominantes fortes. São cadeias de montanhas correndo paralelamente à costa norte, começam do subdistrito de Liquiça e continuam em direcção a Leste até a ribeira do Laclo, a Norte de Manatuto. Apresentam altitudes que variam entre os 500 até aos 1600 metros acima do nível do mar.

Esta morfologia inclui-se na zona de morfogénese estrutural desnudacional, porque tem influência dos processos de erosão e meteorização.

Na área de trabalho, a cadeia das montanhas de Ilimano, situada a Oeste da cidade de Manatuto, faz parte desta paisagem morfológica, onde o declive do terreno é muito inclinado.

## 3. Planaltos de Baucau e Lospalos

Formado pelas rochas carbonatadas de recifes corais levantados, por causa do processo orogénico, e inclui-se à morfogénese cársica. É uma zona plana que apresenta altitudes que varia entre 100 até a 500 metros do nível do mar. Além disto existem também algumas topografias de depressão com diâmetros que podem ser atinge até dezenas quilómetros (dolina até uvala), rios sub superficiais, grutas, etc.

Esta paisagem morfológica ocupa todo território de Lospalos e parte da região norte do distrito de Baucau (Nogueira, 2010 C).

#### 4. Planícies litorais

A característica principal desta morfologia é ser uma zona muito plana, com altitude do terreno a variar entre menos de 5 a 60 metros de nível do mar. Geologicamente, esta região é formada pelos materiais geológicos recentes e enquanto geomorfologicamente, inclui-se à morfogénese de fluvial.

Encontrado ao longo da costa Sul, desde a fronteira da região de Suai e contínua até Viqueque (Nogueira, 2010 C).

Esta zona ocupa mais ou menos 35% da área estudada no Distrito de Manatuto, na zona sul da região do subdistrito de Natarbora.

### 1.3.2 Clima

Timor-Leste inclui-se nas zonas de climas quentes do tipo intertropical, com monções. No entanto, o clima varia de uma região para outra região, devido à influência preponderante das diferentes altitudes (figuras 1.6 e 1.7).

A temperatura máxima de Timor-Leste em geral e especificamente das áreas estudadas ainda não foi registada superior a 34°C. As temperaturas máximas médias varia entre 26° até > 28° C, foram registados na área ao longo da costa norte do território de Timor, dominam-se na costa norte de Liquiçá, e contínua em direcção ao este até a costa norte do subdistrito de Vemasse. Os valores médios que variam entre 24° até a 26°C, ocupam mais ou menos 60% de total da região de Timor, e dominam-se nas áreas de planaltos até a planícies litorais na costa sul do território. Enquanto os valores da temperatura mínima que varia entre 20° até a 24°C e < 20°C, foram registados nas áreas das montanhas com altitude superior de 1700 metros de nível do mar, como por exemplo em Maubisse e Hatu-Builico, onde se registam temperaturas mínimas na ordem dos 4°C.

As temperaturas médias mensais mais elevadas verificam-se nos meses de Novembro a Janeiro, e as mais baixas nos meses de Julho e Agosto.

A humidade relativa é elevada durante todo o ano e oscila entre os 70% e 90%.

A quantidade e época da precipitação de Timor são várias de região para região. A norte do território de Timor a chuva precipitando só uma época, durante os meses de Outubro a Maio. A sul, há duas épocas de chuvas: uma corria durante Dezembro a fins de Março e outra de Maio até a fins de Julho ou meados de Agosto ([www.wikipédia/temperatura e demografia de Timor-Leste.com](http://www.wikipédia/temperatura e demografia de Timor-Leste.com)., acesso no mês de Julho de 2011).

A precipitação anual apresenta valores de quantidade diferente em cada região de Timor. Nas áreas ao longo das costas do Norte e Sul do território dominam as precipitações anuais menos de 1500 mm. Nas regiões de planaltos até cadeias das montanhas com ondulações geográficas fracas apresentam os valores de quantidade das chuvas que várias entre 1500 até o 2500 mm por ano. E nas zonas de montanhas, na parte ocidental de Timor dominam as precipitações que maior de 2500 mm por ano.

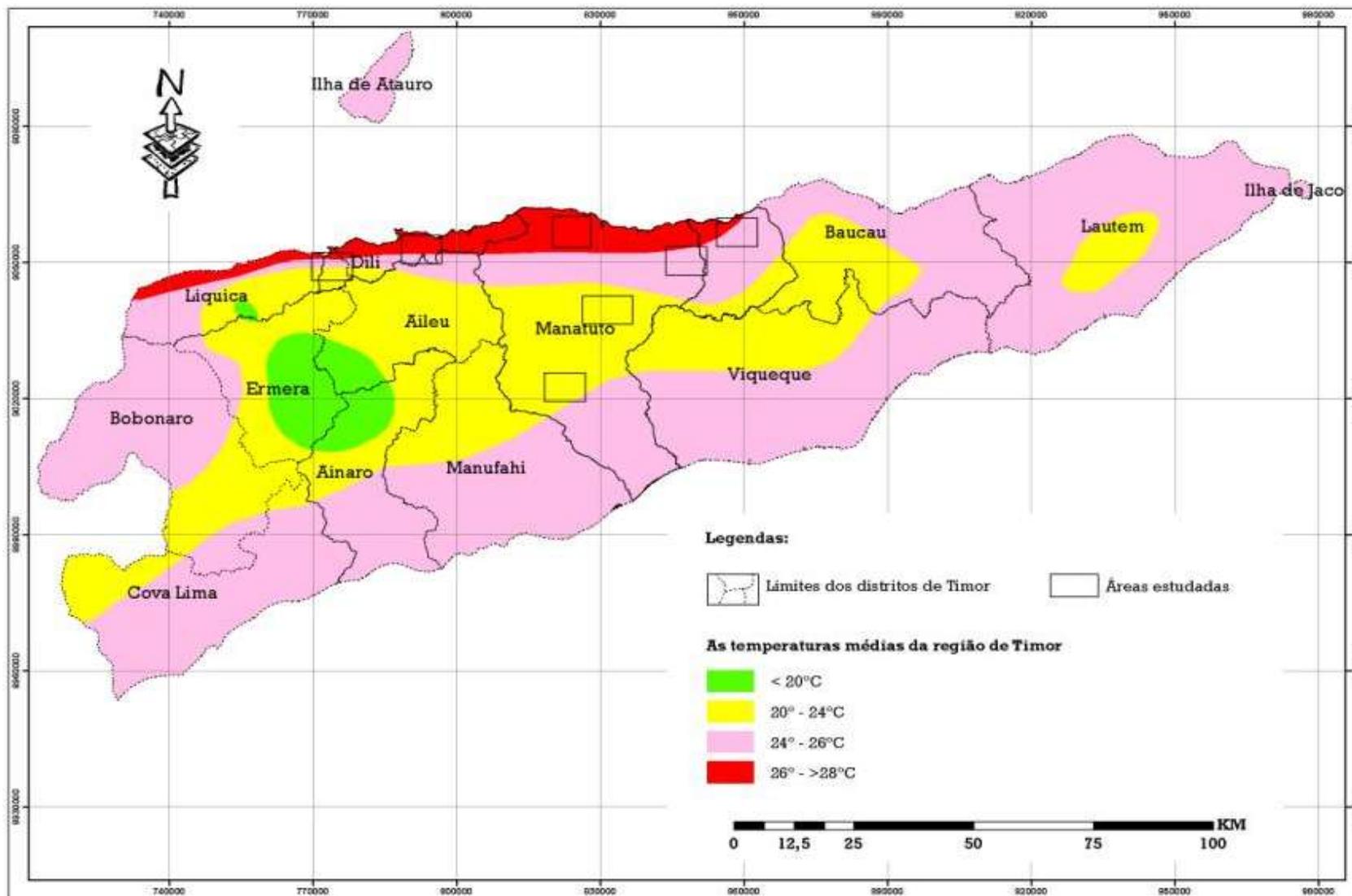


Figura 1.6. Mapa de temperaturas médias da ilha de Timor-Leste.

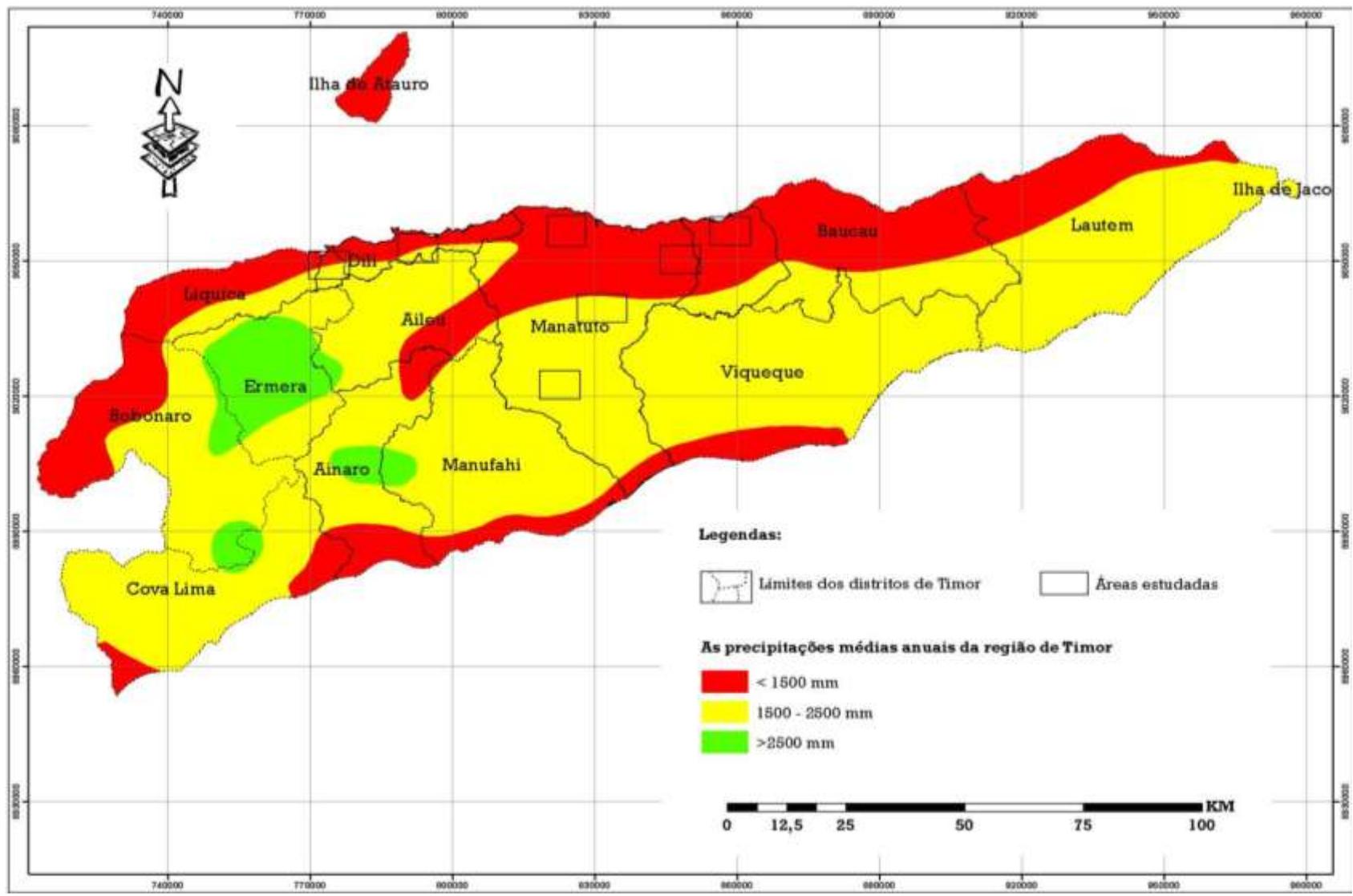


Figura 1.7. Mapa das precipitações médias da ilha de Timor-Leste.

## 1.4. QUESTÕES DE ESTUDO

A ilha de Timor situada numa zona colisão entre placas Euro-Asiática e Australiana, constitui um conjunto com as outras ilhas da região que forma o sistema do arco de Banda externo, que na sua maioria é formado pelos materiais geológicos não vulcânicos de idade que vai desde o Pérmico até ao Quaternário.

As formações instaladas e depositadas nestas regiões podem ser divididas em dois grandes grupos que são: camadas carreadas, que tectonicamente pertencem à unidade alóctone e os materiais *in situ* ou autóctone.

A presença dos materiais geológicos na ilha de Timor parece ter influenciado alguns processos da mineralização numa província metalogenética, antes de acontecer a fase orogénica que gerou carreamentos e/ou cavalgamentos e levantamentos do terreno. Esta fase inclui-se na Megasequência da margem Australiana, que ocorreu desde o Jurássico tardio até ao Miocénico Inferior.

Durante as fases de Megasequência da margem Australiana e sin-orogénica (Miocénico tardio e Recente) formaram-se também algumas estruturas geológicas importantes como falhas e fracturas, assim como a paisagens morfológica e a localização actual da ilha de Timor.

As questões mais importantes em estudo na área de pesquisa são: geomorfologia, estratigrafia, estrutura geológica, tectónica, e mais especificamente as questões relacionadas com as mineralizações.

## 2. ENQUADRAMENTO GEOLÓGICO

Timor é um dos melhores exemplos de um sistema complexo de arco-ilha formado pela colisão entre duas placas tectónicas. E neste enquadramento podemos encontrar a presença de recursos minerais importantes, sendo a sua formação controlada pelos eventos geológicos e tectónicos que aí ocorreram.

### 2.1. POSIÇÃO GEODINÂMICA DE TIMOR

A ilha de Timor, está localizada na zona colisão entre a margem continental do bloco Australiano e o sistema do arco da ilha da placa Euro-Asiática.

Timor faz parte do Arco Externo de Banda, composto pelas ilhas de Sumba, Savo, Rote, Leti, Moa, Tanimbar, Seram e Celebes. Timor está no ramo situado a sul, encontrando-se o Arco Interno a norte de Timor (Leme, 1968., figura 2.1).

O arco vulcânico apresenta dois ramos designados por de Sonda e de Banda, pensando-se que se originou a partir de uma subducção para norte do Oceano Índico, que está associado ao movimento, em direcção a norte da placa Indo-Australiana, durante o Cenozóico. Estes dois ramos não formam um sistema de subducção contínua, a fossa na zona de subducção de Java não contínua em direcção a Timor, devido à existência de uma importante fractura, a Fractura de Sumba (figura 2.2). Esta descontinuidade na subducção foi deduzida a partir da observação detalhada dos dados sísmicos, gravimétricos e da morfologia submarina, como foi defendido por Hamilton (1972; *in* Carter, Audley-Charles, 1968 e Barber, 1976).



Figura 2.1. Localizações das ilhas dos Arcos de Banda (Externo e Interno) e de Sonda em fotografia do Google Earth, ano 2010. (Modificado de US Department of State Geographer do programa de Google Earth Pro, versão 4.2).

Isto implica que as ilhas do arco externo de Banda correspondem a uma zona de “melange” tectónica com cerca de 100 quilómetros de largura que se encontra acima da zona de Benioff (Carter *et al.*, 1976).

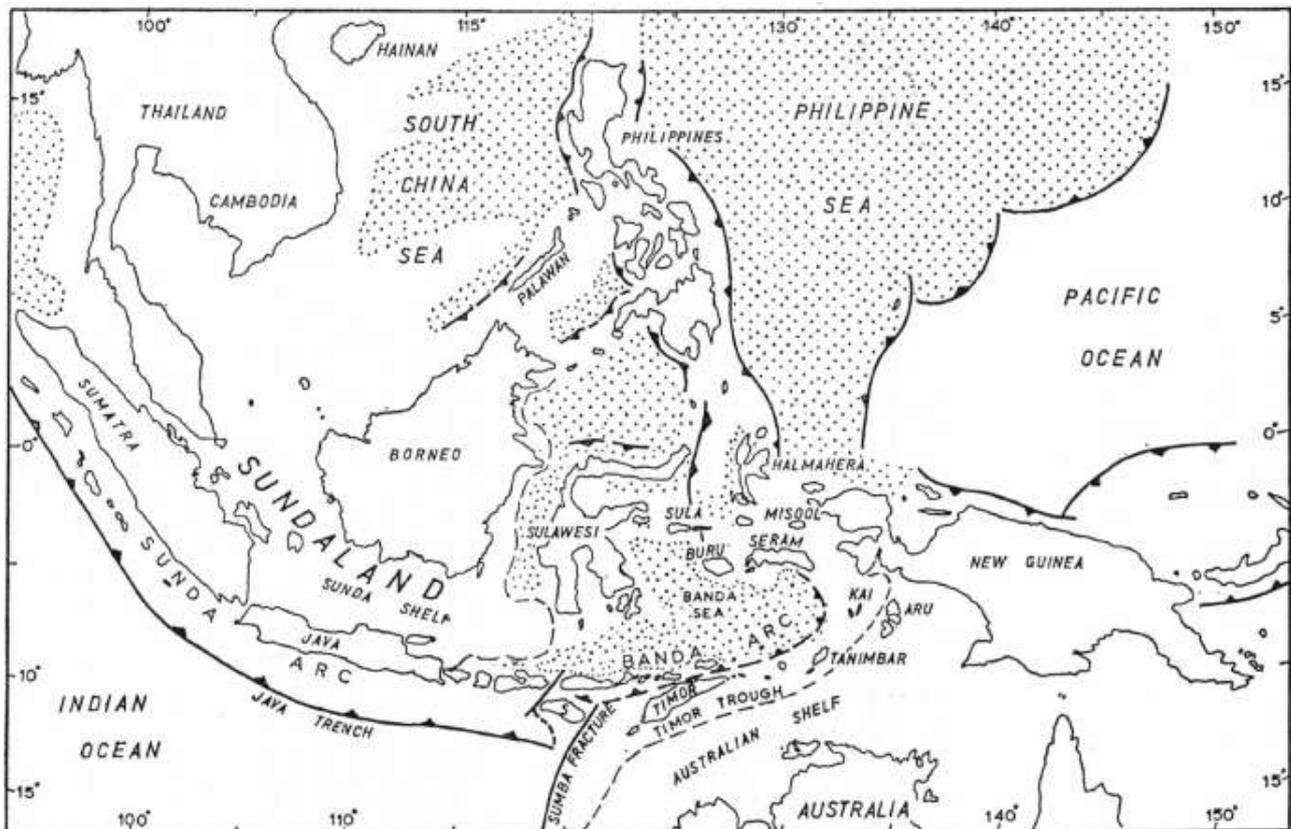


Figura 2.2. Mapa de localização dos arcos de Sonda e Banda mostrando os elementos tectónicos do Cenozóico Superior e Recentes (Adaptado do Carter, et al., 1976).

Considera-se hoje em dia que a zona da subducção em Timor está situada a norte da ilha e já não está activa ou está abandonada. A margem continental Australiana colidido com os arcos frente Asiáticos mais ou menos em 4 Milhões de anos atrás, em direcção ao norte (Audley-Charles, 2011). Este processo da colisão durante o Pliocénico gerou levantamento do terreno de Timor como ilha acima de nível do mar, instalações das camadas carreadas acima da margem Australiana, e responsável a existência de retro cavalgamento de Wetar, no lado oposto ou no norte da ilha de Wetar, que gerou uma zona inversão da subducção (modificado do Carter., *et al*, 1976).

A sul da ilha de Timor, existe uma fossa, que não apresenta qualquer evidência de magmatismo, devendo corresponder apenas a um dobramento na margem continental australiana. Trata-se de uma depressão com comprimento de 700 quilómetros, largura entre 30 a 75 quilómetros e profundidade variável entre 2 e 3.2 quilómetros.

Esta fossa é constituída por sedimentos da plataforma do bloco Australiano que se encontra deformado e fracturado na sua parte inferior, com idades compreendidas entre o Pérmico e o Mesozóico (Crostella & Powell, 1975., em artigo de Keep and Haig, 2009).

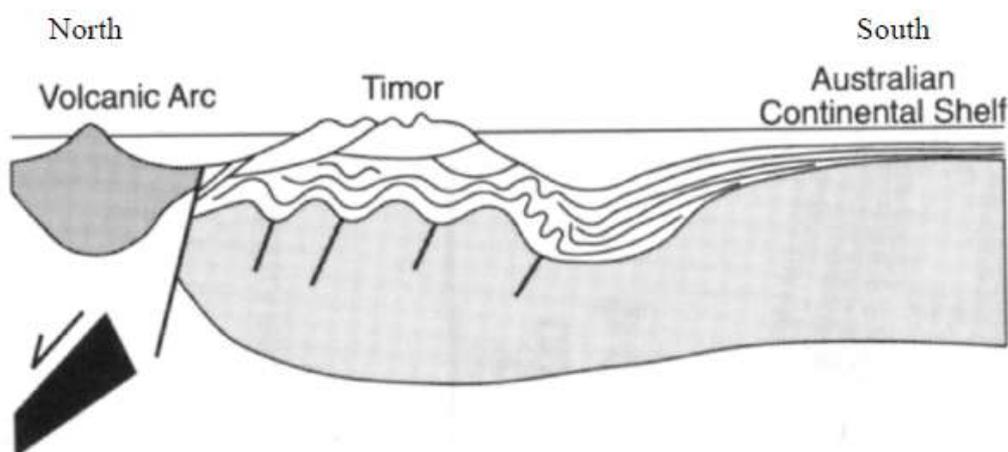


Figura 2.3. Perfil através da litosfera do arco de Banda, mostrando modelo do carreamento de Timor.

Unidades de Alóctone estão a cavalgar acima da margem continental Australiana dobrada (Richardson e Blundell, 1996., adaptado de Gillian Hamson, 2004).

A ilha de Timor inclui-se nas zonas de climas quentes do tipo tropical, gerou o processo geodinâmico externo de erosão muito forte., além do processo geodinâmico interno de tectónica que deu as existências de cadeias das montanhas.

## 2.2. ENQUADRAMENTO GEOLÓGICO

Beyrich (1862 & 1865) foi o primeiro geólogo a registar a presença de rochas do Paleozóico em Timor. E pela companhia Allied Mining Corporation que em S. F. Wittouck (1937) podemos encontrar a primeira tentativa de se efectuar uma cartografia geológica de Timor.

Os primeiros trabalhos de fundo baseados em cartografia relativamente detalhada do território foram feitos sobretudo nos anos 60 do século XX, como o de Audley-Charles (1968) ou ainda de Azeredo Leme (1968). Estes trabalhos são até agora utilizados como referência para outros autores no mapeamento geológico em Timor.

A ilha de Timor é formada por vários sistemas estratigráficos, mas, em geral classificada em dois grandes sistemas, são: Autóctone, é constituída pelas formações das rochas que foram formados ou depositados insitu ou na margem continental Australiana; enquanto, Alóctone, formado por camadas carreadas que foram instaladas nesta região pelos carreamentos e/ou cavalgamentos, que tinham derivado de placas Euro-Asiática crosta oceânica.

Além de ter grandes diferenças em classificações e nomeações das formações de rochas que existem em Timor, tem uma semelhança coerência em agrupamento das unidades tectónicas e estratigráficas nos sistemas de Alóctone e Autóctone, proposta por Audley-Charles e Azeredo Leme.

Azeredo Leme (1968) classificou a série metamórfica de Dili e Maubisse (Audley-Charles: formações de Aileu e de Maubisse) no sistema Alóctone de idade do Pérmico Inferior e Superior, enquanto formação de Lolotoi e complexo argiloso da idade do Pré-Pérmico e Miocénico Superior (Audley-Charles: complexo de Lolotoi e Formação de Bobonaro) foram juntados ao sistema Autóctone. Ele encontrou alguns afloramentos da formação de Lolotoi em Lacluta que parecem apresentar estrutura em patamar ou “horst”, pois, além de ocuparem posição topográfica elevada, contactam geralmente por falha com as outras formações, e é por este facto que se presume o seu carácter Autóctone. Além desse, ele considerou que é a

parte do soco de continental Australiana. E o Autóctone, constituída pelas formações de idade mais antigas do Pré-Pérmico até ao recente do Pós-Pliocénico (ver tabela 2.1, abaixo).

No artigo recente de Audley-Charles (2011), além de agrupar nos sistemas de Autóctone, Para-Autóctone e Alóctone., foi dividido as formações de rochas que existem na ilha de Timor em três grupos, baseado à origem delas, são unidades de megasequências e formações de Viqueque da margem Australiana, unidades do terreno de Banda e complexo metamórfico de Aileu (ver figura 2.4).

Baseado a tectónica e estratigráfica, o grupo da margem Australiana foi agrupado aos dois grandes sistemas: um Autóctone, constituída por formações de Viqueque de idade do Miocénico Superior até Plistocénico, e foram depositado-se depois de evento orogénico ou sin-orogénico. Para-Autóctone, classificado em duas grandes unidades: uma megasequência da margem continental Australiana, formado pelas formações de rochas que foram se instalado depois de sequência de rifting (Pós-sequência de rifting, 155 milhões de anos atrás), do Jurássico Superior até início do Miocénico Superior; e outra é megasequência de Guadiana, constituída por depósitos de bacia interior de rifting ou são materiais que formado antes de sequência de rifting (Pré-sequência de rifting), do Pérmico até Jurássico Médio.

O grupo do terreno de Banda é um conjunto de formações de idade do Pré-Pérmico até o Pliocénico, depositaram-se no arco frente do arco vulcânico de Banda, composto por sequências de rochas metamórficas e sedimentares com uma afinidade Asiática, foram instalados em ilha de Timor durante o Neogénico, estruturalmente em posições altas como camadas carreadas e incluem-se ao sistema Alóctone (Audley-Charles, 2011). Enquanto, Bobonaro scaly-clay considerado como uma olistostroma (Audley-Charles, 2011), que se formado no Miocénico Médio ou depois do evento orogénico (sin-orogénico) conjunto com instalação do grupo do terreno de Banda em Timor, é um material de melange da tectónica, inclui-se ao sistema Alóctone, membro do terreno de Banda, constituída por fácies partidos da formação, matriz de fácies misturado e fácies misturado em blocos de argilas (Harris et al., 1998, em Audley-Charles, 2011).

O complexo metamórfico de Aileu classificando-se separar das outras formações baseado a diferença da composição e origem dela. É depósito que foi depositado no ambiente do mar no Pérmico Inferior. Em 8 a 4 milhões de anos atrás, este complexo arrefecido em profundidade de 35 quilómetros, no soco do arco vulcânico de Banda. No tempo Pliocénico Superior, causada por movimento reverter ou rollback da subducção litosférica sub-crosta e transferido em direcção a cima para sua posição actual.

Tabela 2.1. Mostra a comparação das unidades estratigráficas proposta por Audley-Charles (1968) e Azeredo Leme (1968). (Pedro Nogueira, 2010).

Audley-Charles			Azeredo Leme		
Sistema	Formação	Idade	Sistema	Formação	Idade
<i>Sistema Autóctone</i>					
1	<i>Formação de Atahoc</i>	Pérmico	7.1.1	<i>Formação de Lolotoi</i>	Pré-Pérmico
	<i>Formação de Cribas</i>	Pérmico	7.1.2	<i>Série de Cribas</i>	Pérmico
2	<i>Formação Aituto</i>	Triásico	7.1.3	<i>Série do Triásico-Jurássico</i> <i>(antiga Série de Mota Bui)</i>	Triásico-
	<i>Membro Tallibelis</i>	Triásico			Jurássico
3	<i>Formação Wailuli (Ailuli)</i>	Jurássico	7.1.4	<i>Maciços calcários de Tutuala</i>	Triásico superior
4	<i>Formação Wai Bua</i>	Cretácico			7.1.5
	<i>Calcário de Borolalo</i>	Cretácico	7.1.6	<i>Cretácico</i>	Cretácico
5	<i>Formação Seiçal</i>	Cretácico	7.1.7	<i>Formação de Dartolú</i> <i>(antiga Série de Same)</i>	Eocénico
	<i>Calcários de Dartolú</i>	Eocénico			7.1.8
6	<i>Formação de Barique</i>	Oligocénico	7.1.9	<i>Calcários de fato</i>	Miocénico inferior
	<i>Calcários de Cablac</i>	Miocénico inferior			7.1.10
7	<i>Calcários de Aliambata</i>	Miocénico inferior	7.1.11	<i>Série de Viqueque</i>	Plio-
	<i>Formação de Viqueque</i>	Miocénico superior			Plistocénico

9	<i>Calcário de Lari guti</i>	Miocénico superior	7.1.12	<i>Rochas eruptivas pós- pliocénicas</i>	Pós-Pliocénico
	<i>Conglomerado de Dilor</i>	Pliocénico	7.1.13	<i>Recifes de coral emersos</i>	Pós-Pliocénico
	<i>Seketo Block Clay</i>	Pliocénico			
10	<i>Calcário de Baucau</i>	Pós-Pliocénico			
	<i>Calcário de Poros</i>	Pós-Pliocénico	7.1.14	<i>Calcários lacustres de Pórus</i>	Pós-pliocénico
	<i>Formação de Suai</i>	Pós-Pliocénico	7.1.15	<i>Terraços fluviais</i>	Pós-pliocénico
	<i>Gravels de Ainaro</i>	Pós-Pliocénico	7.1.16	<i>Aluviões recentes</i>	Pós-pliocénico

Audley-Charles			Azeredo Leme		
Sistema	Formação	Idade	Sistema	Formação	Idade
<i>Sistema Alóctone</i>					
1	<i>Complexo de Lolotoi</i>	Pré-Pérmico	7.2.1	<i>Série metamórfica de Díli</i>	Pérmico inferior?
	<i>Formação de Aileu</i>	Pérmico			
2	<i>Formação de Maubisse</i>	Pérmico	7.2.2	<i>Série de Maubisse</i>	Pérmico superior
3	<i>Calcário de Borolalo</i>	Cretácico superior			
4	<i>Bobonaro Scaly-Clay</i>	Miocénico médio			

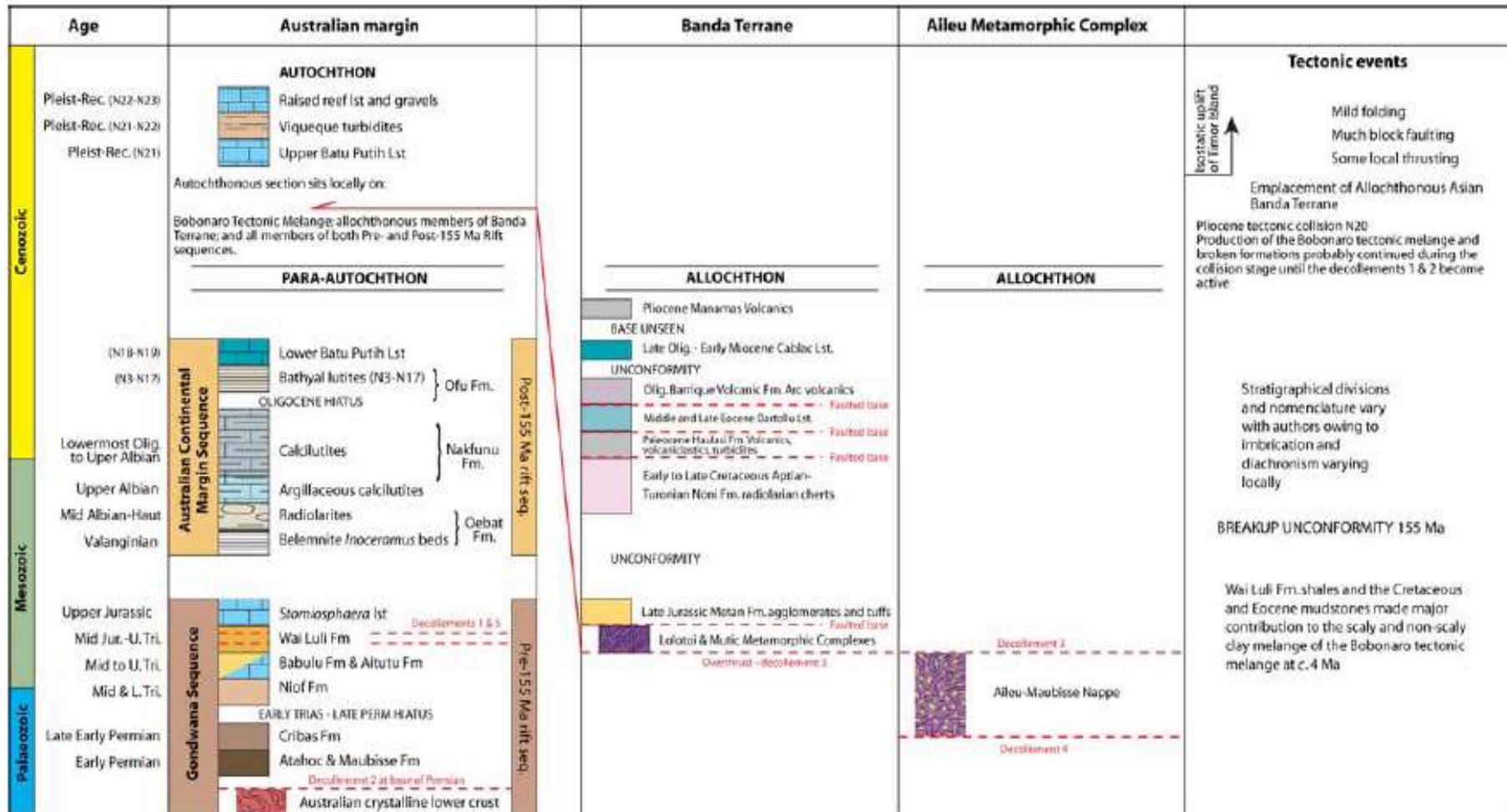


Figura 2.4. Coluna estratigráfica dos sistemas de Alóctone, Para-Autóctone e Autoctone das formações de rochas da ilha de Timor. Adaptado de Audley-Charles, 2011.

## 2.3. TIPOS DE RECURSOS MINERAIS

A ilha de Timor, do ponto de vista litológico e tectónico regional inclui uma província metalogenética com vários tipos de mineralizações. Mas, além disso, em Timor-Leste poderia encontrar também algumas formações das rochas dos sistemas de Alóctone e Para-Autóctone que tinham afectado pelos processos de mineralização antes de ter carreado acima da margem continental Australiana.

### 2.3.1. Jazigos Ortomagmáticos

Em geral, a cromite é um mineral primário e a ocorrência de jazigos deste mineral está associado a rochas ígneas máficas ou ultramáficas, em forma exclusivamente de maciço a segregações disseminadas (J. M. Duke., in R. G. Roberts & P. A. Sheahan, 1983). Baseada na base de geometria do depósito, nomeadamente: características petrológicas, composições químicas, e posicionamento tectónico das rochas mães ou hospedeiras, este tipo do jazigo classificado em dois, são: depósitos de cromite estratiforme e pediforme.

Em Timor-Leste e especificamente nas áreas estudadas, os jazigos ortomagmáticos associados com sequência ofiolítica, é produto do processo de diferenciação magmática ou cristalização fraccional de diferença densidade ou tamanho de grãos, através de precipitação e acumulação de cromite de magmas ultramáficos, considerado como depósito de pediforme, e caracterizado pelas estruturas lenticulares e descontínuas, como se mostra na fotografia 2.1 abaixo.

A instalação da sequência ofiolítica que contém minério de cromite em Timor-Leste, ligada a tectónica de eventos de carreamentos durante o Pliocénico e movimento reverter ou rollback litosférico sub-crustal conjunto com formação de Aileu, como camadas carreadas.



Fotografia 2.1. Afloramento do jazigo ortomagmático de cromite de depósito de pediforme no pico de cadeias das montanhas de Kero Geo da área estudada de Ilimano (Autor, 2011).

A sequência das rochas da crosta oceânica ideal, em ordem do topo a base, constituída por sedimentos marinhos, lavas basálticas com estrutura em almofada, complexo de diques em diques de basalto, rochas máficas cumulos e não cumulos, cumulos de ultramáficas, e tectonitos ultramáficos. E se quando desta sequência carregada para cima de uma crosta continental ou terreno designado por sequência ofiolítica (J. M. Duke., in R. G. Roberts & P. A. Sheahan, 1983).

Thayer (1969, in R. G. Roberts & P. A. Sheahan, 1983) interpretada várias características estrutural e textural do depósito de pediforme como indicativo de deformação de temperatura magmática, porque magmatismo ofiolítico ocorre em centro de rifting activo.

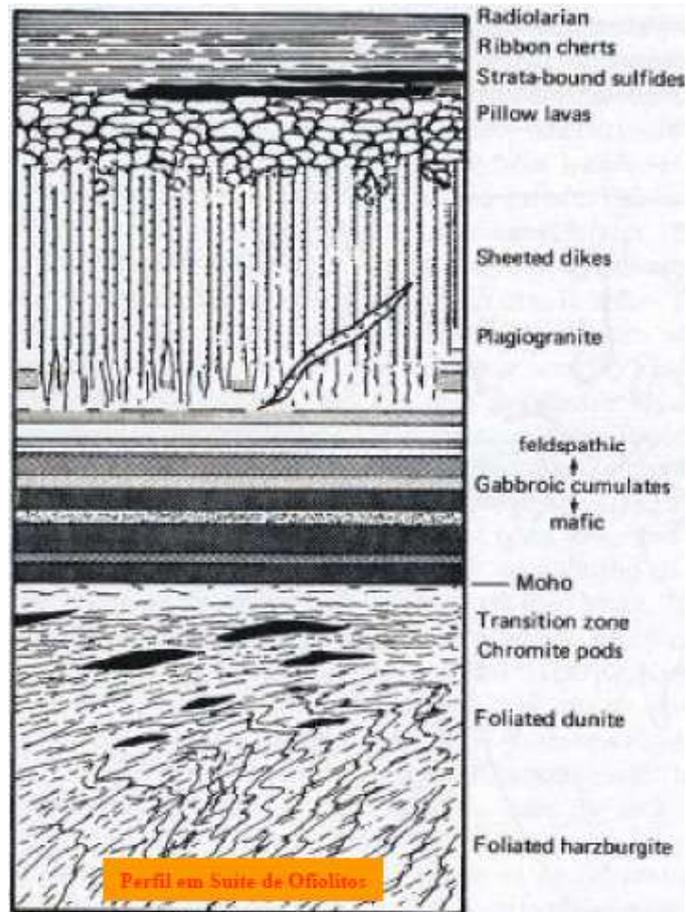


Figura 2.5. Exemplo de um perfil ideal da sequência ofiolítica. O corpo de cromite pediforme forma estrutura lenticular por baixo de borda petrológica de Moho ou fronteira entre crosta e manto. (Adaptado de <http://www.google/depósitos ortomagmáticos.pdf/depósitos ortomagmáticos associados com rochas básicas e ultrabásicas.pt>).

### 2.3.2. Jazigos Vulcanogénicos de Sulfuretos Maciços

Estes jazigos fazem parte de maior classe de depósitos de sulfuretos maciços concordantes, que formado pelo acúmulo de precipitação de sulfuretos de fluidos hidrotermais no fundo do mar (John W. Lydon, 1984., in R. G. Roberts & P. A. Sheahan, 1984). É uma zona discordantes de mineralização (zona de stockwork), onde os sulfuretos ocorrem disseminados ou em veios mais ou menos divergentes e/ou

ramificados, que se entrecruzam gerando uma estrutura típica no seio de rochas vulcânicas encaixantes fortemente metassomatizados (recursos minerais metálicos, universidade de Lisboa (2007)).

Na região de Timor-Leste, especificamente nas áreas estudadas, não mostram algumas evidências importantes de caracterização destes jazigos, embora, existem as presenças de grandes massas de sulfuretos, essencialmente constituídas por pirite. Estas manchas de pirite no campo não associado e não coincidência às intercalações rochas vulcânicas félsicas e máficas que fazem parte como rochas mães destes jazigos.

### **2.3.3. Jazigos Sedimentares de Precipitação Química e Outros Tipos de Jazigos de Manganês**

Os jazigos ou depósitos sedimentares de precipitação química são os mais importantes em termos de minérios de manganês e são encontrados muito em todo o mundo. Este tipo de depósitos, usualmente estratiforme ou lenticulares, foram formados em vários ambientes geológicos, e alguns sofreram metamorfismo e encontrado mais frequência com marmores, quartzitos, xistos e gnaisses. Entretanto, num número limitado deles, existem minérios com teores elevados de manganês em quantidade suficiente para serem aproveitados economicamente, em escala industrial (Sampaio., et al, 2005).

As ocorrências destes jazigos maioria na parte oriental de Timor-Leste, que associado com rochas sedimentares de calcários, e do tipo de rodocrosite e manganite. Além disso, existem também as presenças de outro tipo de manganês dos outros jazigos, como: os minérios de jacobsite e rodonite, de tipo dos jazigos sedimentares que foram acumulados em água profunda (> 4000 metros) na bacia oceânica, onde a taxa de sedimentação é baixa, as ocorrências deles com frequências como nódulos, e têm tendências a formarem em argilas vermelhas; e pirolusite, de tipo do jazigo hidrotermal, é precipitada directamente do fluido hidrotermal, em área de alta temperatura corrente, e maioria afloram-se como blocos exóticos da formação de Bobonaro.

#### 2.3.4. Jazigos Filonianos

Os jazigos filonianos de ouro (Au) correspondem a preenchimento de fracturas e/ou veios por fluidos hidrotermais ou metamorfismo que levaram os minérios mais importantes. Essencialmente, os filões substituídos por quartzos e os minerais associados, como: ouro, prata, pirite, arsenopirite, calcopirite, galena, estibina, blenda, etc. Estes jazigos controlem pela tectónica, os tipos de fluidos, e estratigrafia das rochas encaixantes. Principalmente, as ocorrências dos minérios mais importantes dos jazigos filonianos associados a rochas magmáticas félsicas e em sistemas de veios paralelos (swarm) ou entrecruzadas (stockwork).

Este jazigo filoniano de Au pode encontrado na região de Timor-Leste, os materiais geológicos que fazem parte como rochas mães ou hospedeiras são rochas metamórficas e ígneas das formações de Aileu, Lolotoi, etc. Os minerais mais importantes e valiosos que foram precipitados disseminar nos filões ou veios quartzosos e/ou cálcios, são: ouro, prata, cobre nativo, calcopirite, etc., que correlacionado aos fluidos metamorfismos e/ou hidrotermais, e que ligadas às evidências de pré e sin/pós-orogénicas.

#### 2.3.5. Jazigo Tipo Placer

O jazigo tipo placer inclui-se aos jazigos exógenos (Ramos, 2006), é formado pela deposição de partículas dos minerais mais densos e valiosos no curso de água, resultado dos processos de meteorização e erosão das rochas ou materiais mineralizados, e foram transportados pelo vento e/ou corrente de água.

Acumulação de partículas dos minerais mais densos, como minerais metálicos de ouro, hematite, ilmenite, limonite, prata, pirite, calcopirite prata, etc., deve ser significativamente mais importante do que a quartzo.

As ocorrências dos minérios mais valiosos, principalmente ouro e titânio nos jazigos tipo *placer* em Timor-Leste, podem ser encontrados na Formação de Ainaro, que é constituído pelos sedimentos

desagregados correspondentes a terraços aluvionares antigos depositados muito rapidamente em vales enormes.

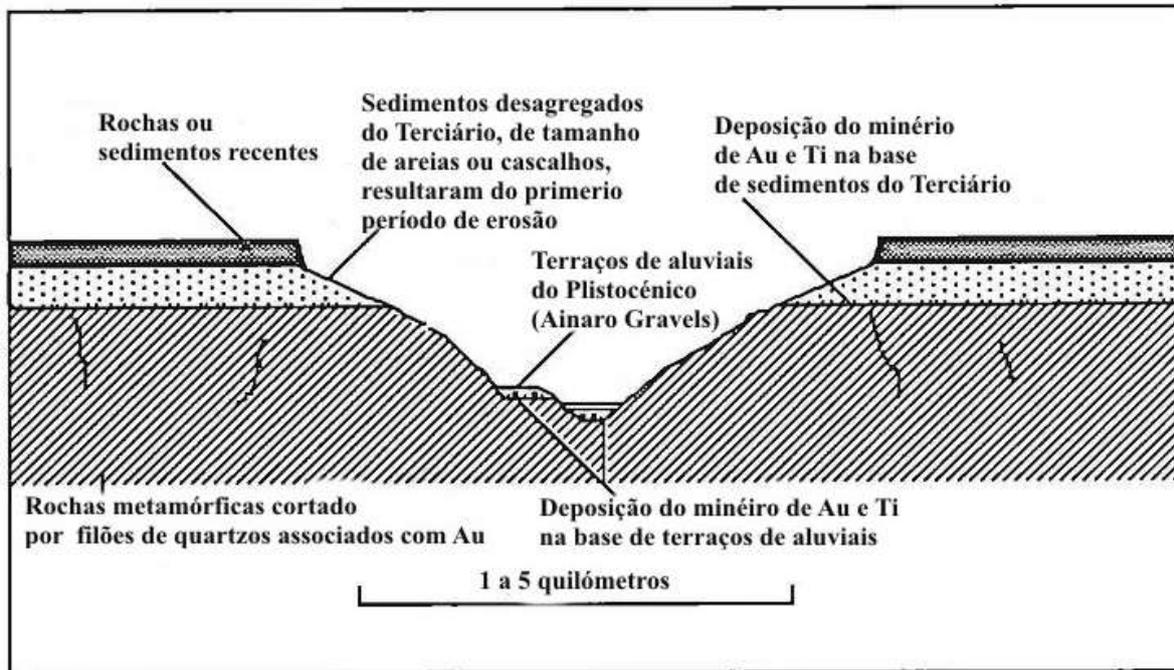


Figura 2.6. Perfil esquemático que ilustrado a deposição do minério de Au em Ainaro Gravels, na região de Timor. Mostra três fases de concentração dos minerais pesados, tipicamente do jazigo tipo placer de Au (Modificado de Buletin de USG, 1693: modelo descritivo de placer Au-PGE em modelo de depósitos minerais).

### 3. TRABALHOS ANTERIORES

Tal como já referimos no capítulo anterior, a ilha de Timor situada no arco externo de Banda, é um bom sítio no mundo para se estudar as colisões do tipo arco-continente, do ponto de vista geológico e tectónica, mas, além disso, devemos procurar entender Timor-Leste como estando situado numa província metalogenética.

Os recursos naturais, especificamente os recursos minerais metálicos, em Timor-Leste foram estudados e mapeados por diversos autores. Podemos dividir estes trabalhos em quatro períodos:

1. Pré-1937, desde o estabelecimento da administração portuguesa até a invasão japonesa, o território então debaixo do domínio português: a pesquisa e o mapeamento foram realizados por diversas companhias portuguesas e estrangeiras, tendo culminado com os trabalhos apresentados por Wittouck et al, 1937.
2. Entre 1945 e 1975, neste período, mais ou menos nos anos de 1960 a Missão de Estudos Agronómicos do Ultramar Português tendo estado a executar em Timor, e foi dar apoio e oportunidade de visitar e realizar a cartografia geológica em algumas regiões de Timor. Este trabalho foi estabelecido também com apoio e facilitação de algumas companhias de organismo português e estrangeiro, sobretudo ligadas ao petróleo, nomeadamente: Companhia de Petróleo de Timor e Timor Oil Company. Esta companhia estrangeira foi pesquisada pelo geólogo inglês de Audley-Charles, no início dos anos 60.
3. De 1975 a 1999, durante o período de ocupação Indonésio, as actividades de pesquisas ou mapeamento geológico não foram realizados em toda a região de Timor-Leste, pela companhia indonésia do governo (Aneka Tambang., Tbk) e foi apresentado em comunicação oral por Doa Restu Sitepu em 2004. Este trabalho foi apoiado e trabalhado juntos com Departamento de Minas e Energéticos de Timor-Leste (Departemen Pertambangan e Energi – Timor Timur). E os únicos trabalhos efectuados na sua maior parte foi analisar e interpretar as fotografias aéreas e os trabalhos anteriores.

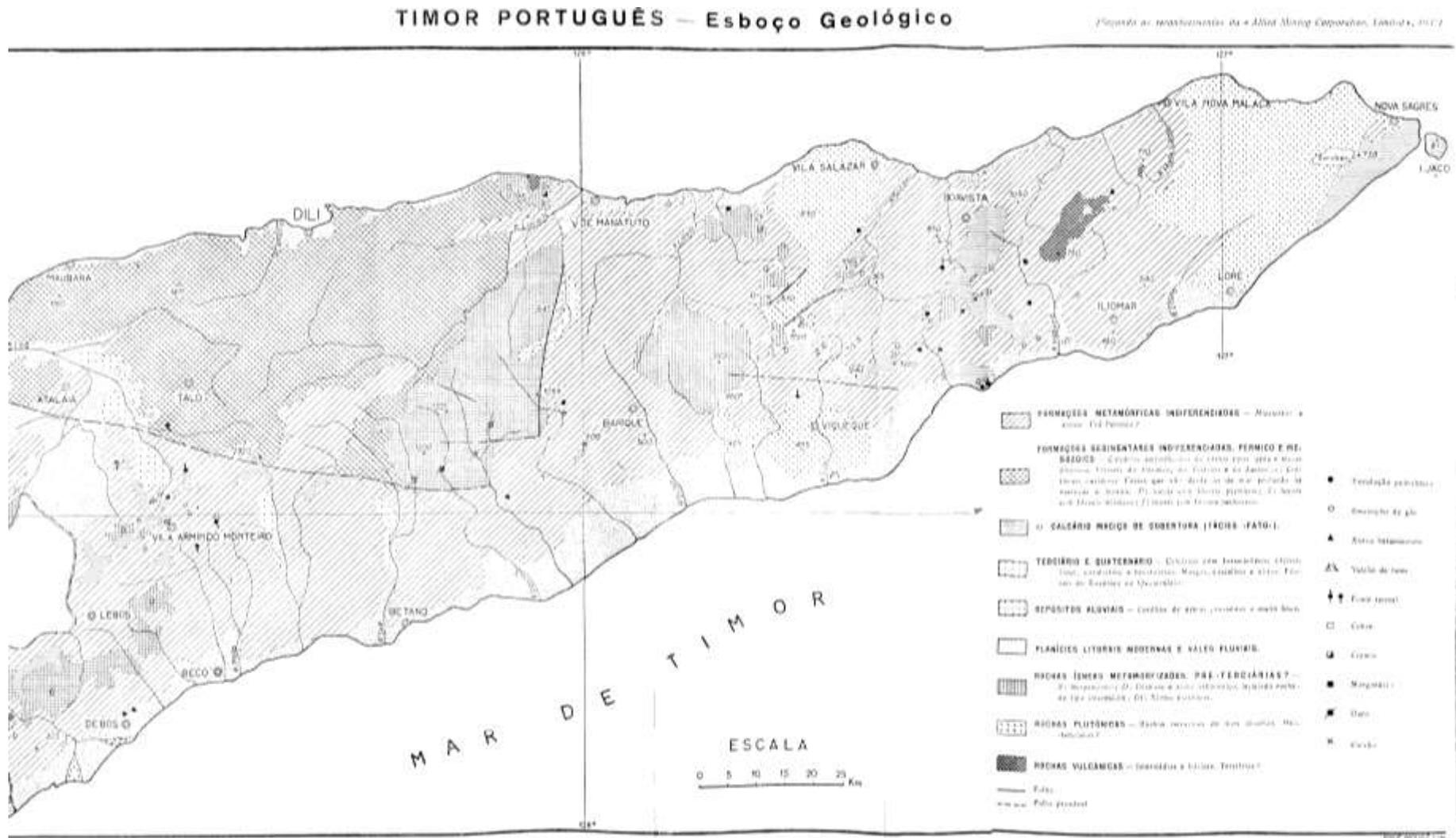


Figura 3.1. Mapa geológico da ilha de Timor segundo o autor de S. F. Wittwouck (1937). Além das formações de rochas e estruturas geológicas, mostrando também distribuição dos recursos naturais em toda a região de Timor.

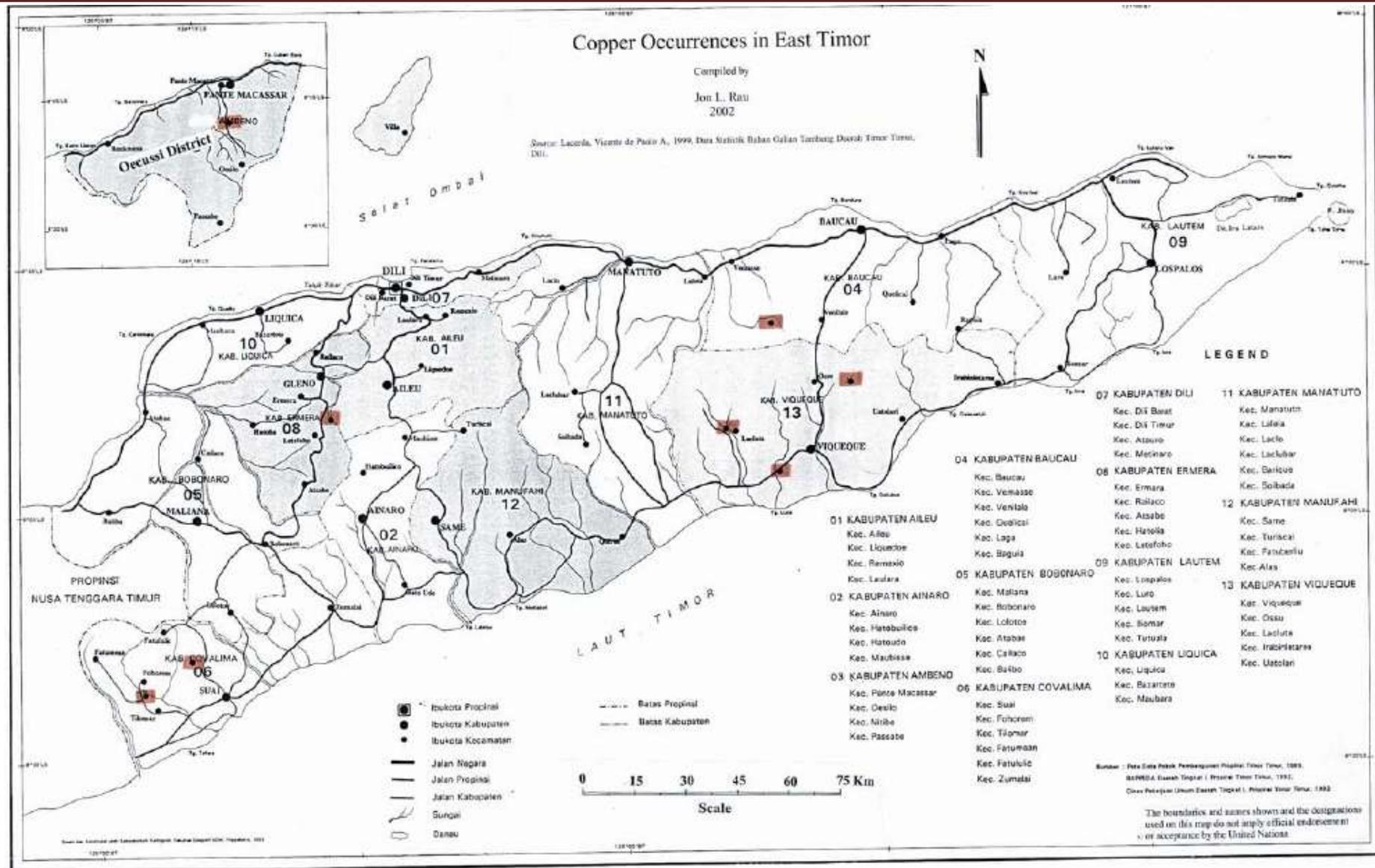


Figura 3.2. Mapa de distribuição da ocorrência de cobre (Cu) na região de Timor-Leste. Adaptado da ONU (2003), no relatório de Atlas dos Recursos Minerais da Região de ESCAP.

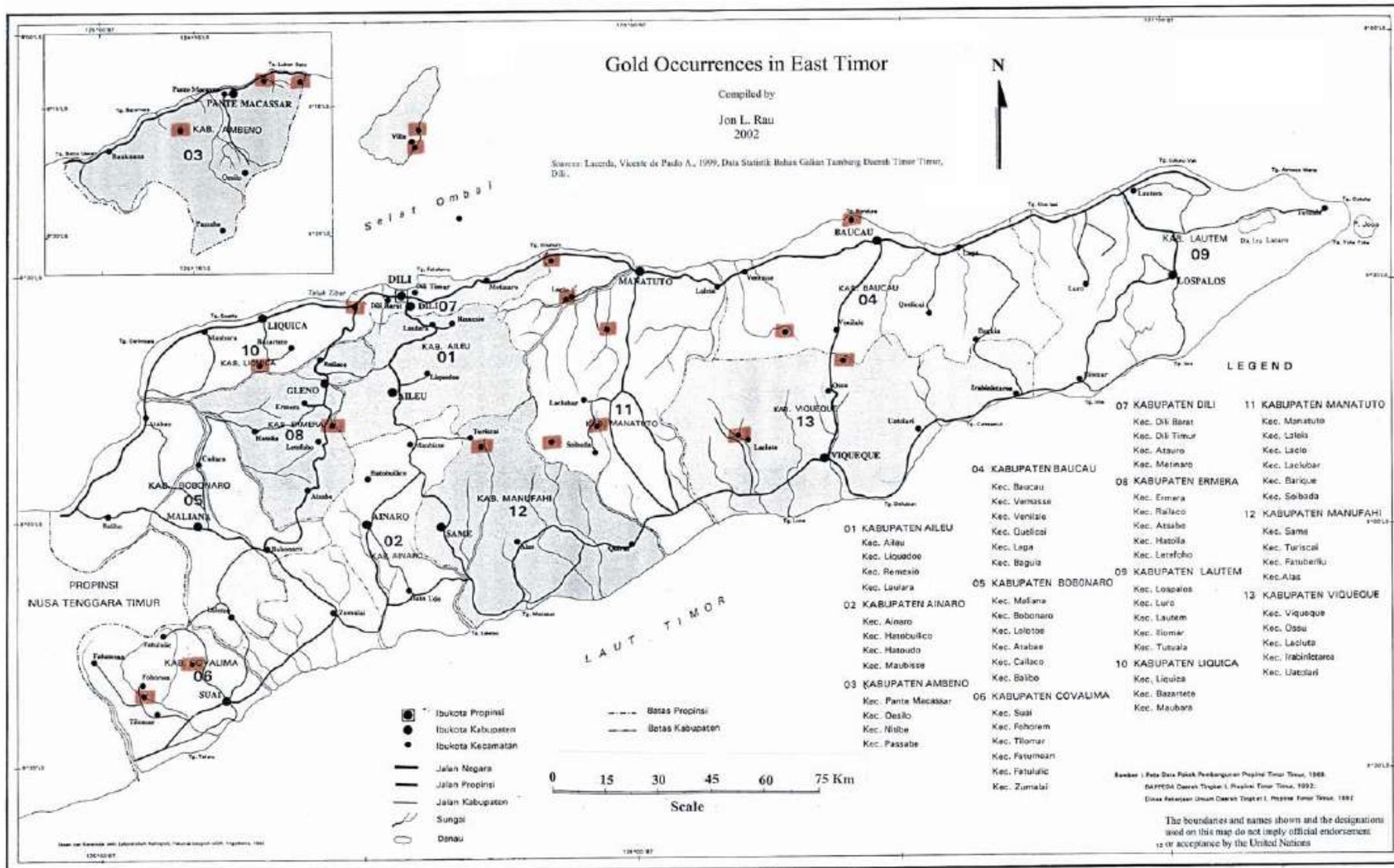


Figura 3.3. Mapa de distribuição da ocorrência de ouro (Au) na região de Timor-Leste. Adaptado da ONU (2003), no relatório de Atlas dos Recursos Minerais da Região de ESCAP.

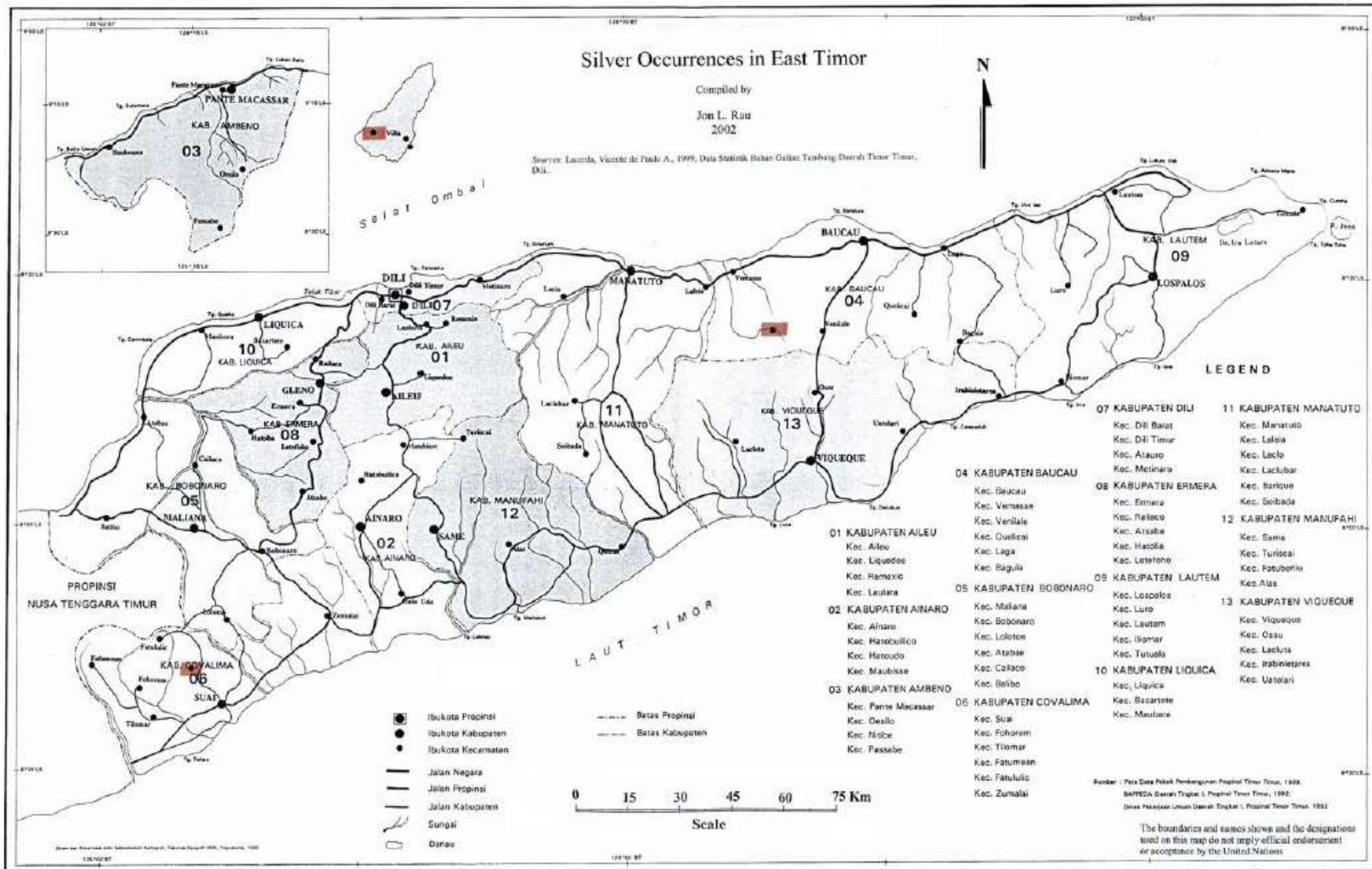


Figura 3.4. Mapa de distribuição da ocorrência de prata (Ag) na região de Timor-Leste. Adaptado da ONU (2003), no relatório de Atlas dos Recursos Minerais da Região de ESCAP.

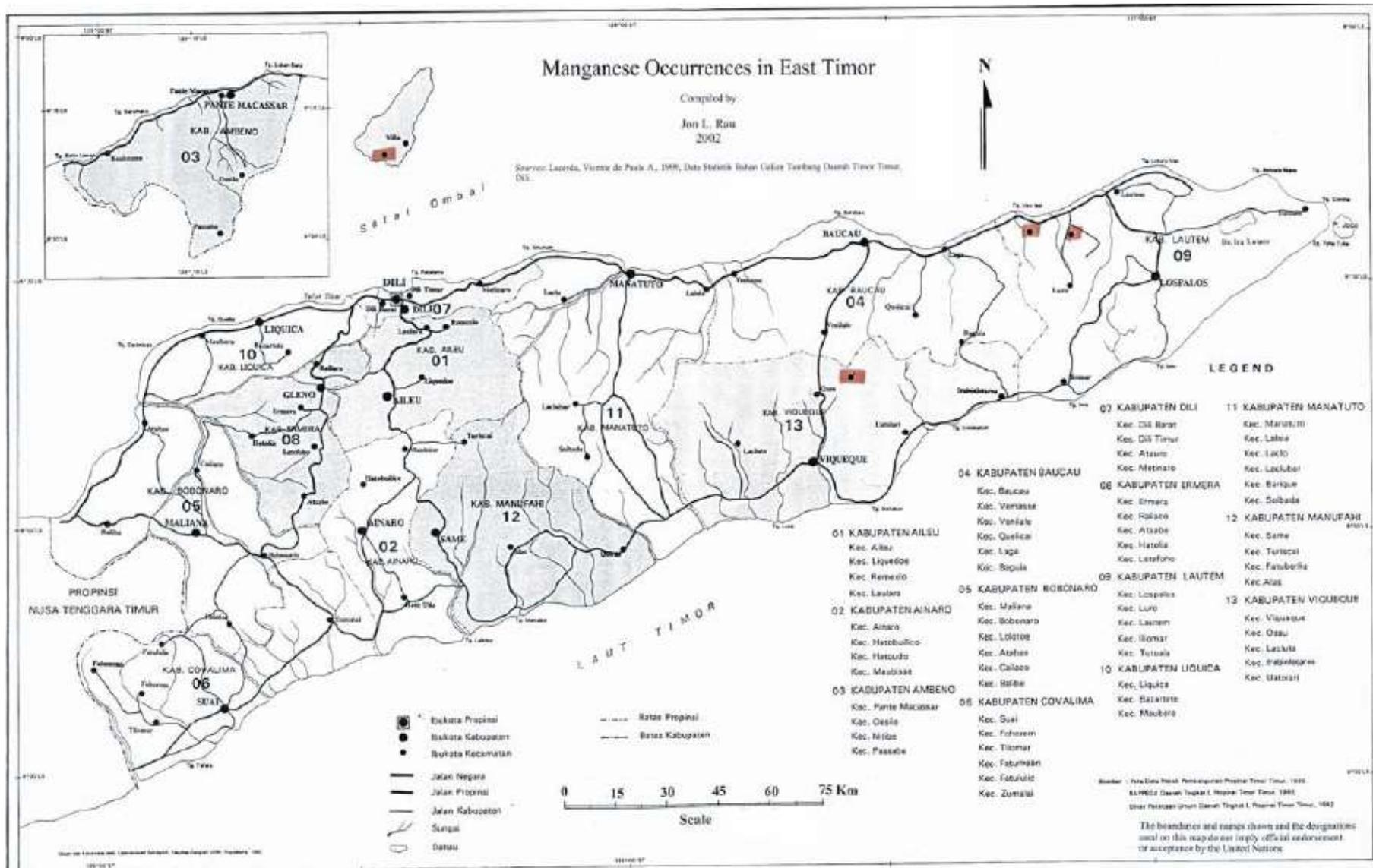


Figura 3.5. Mapa de distribuição da ocorrência de manganês (Mn) na região de Timor-Leste. Adaptado da ONU (2003), no relatório de Atlas Minerais da Região de

ESCAP.

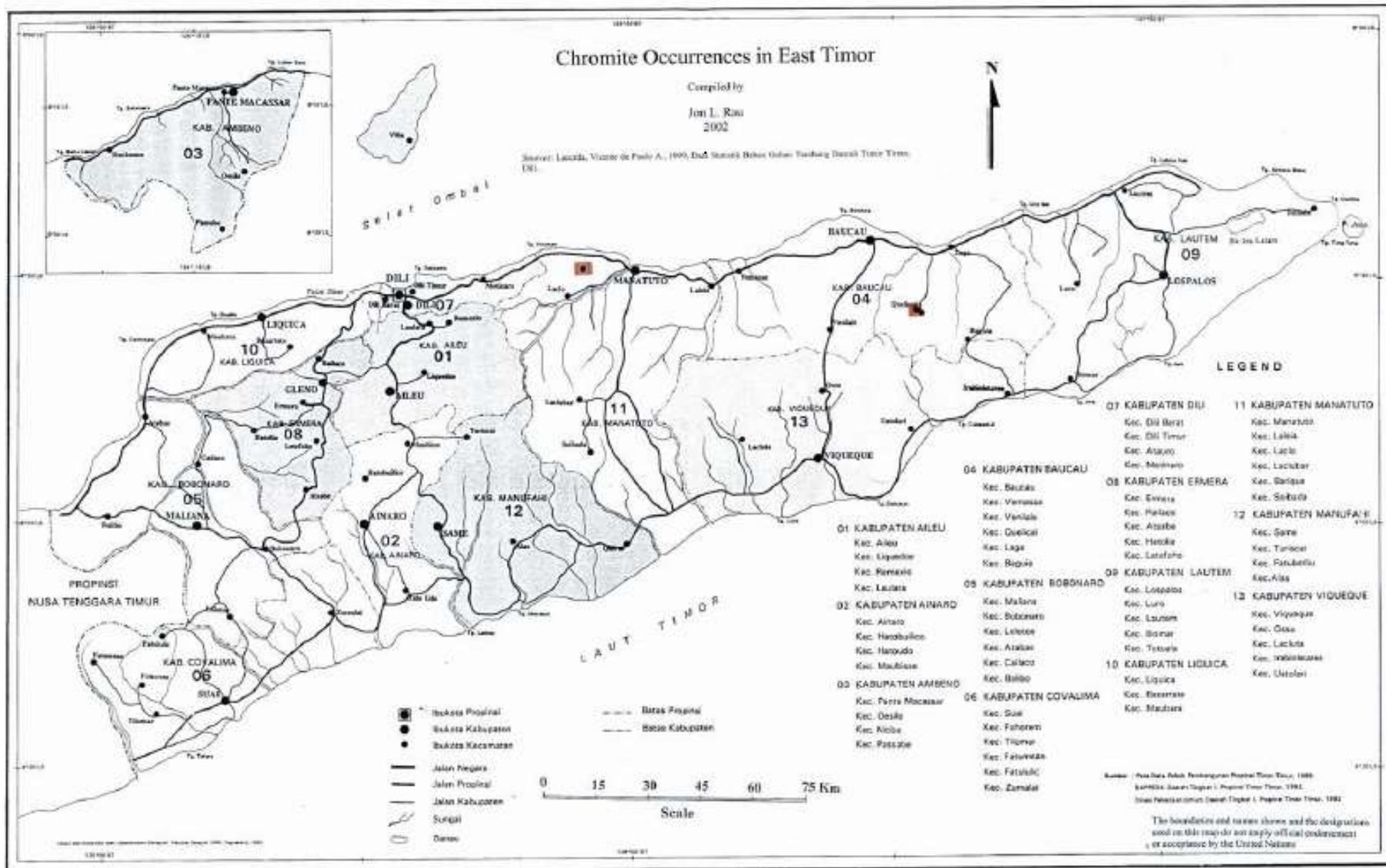


Figura 3.6. Mapa de distribuição da ocorrência de cromite (Cr) na região de Timor-Leste. Adaptado da ONU (2003), no relatório de Atlas dos Minerais da Região de ESCAP.

4. Pós – 1999, Após o período de ocupação indonésia e estabelecida a independência de Timor-leste, permitiu a utilização de tecnologias novas e mais avançadas. Procurou lançar-se novos programas de mapeamento utilizando SIG, O nosso país pode criar as condições para atrair muitos geólogos para Timor desenvolvendo as suas actividades de pesquisa geológica. Alguns artigos sobre os recursos naturais foram lançados, tais como: T. R., Charlton, 2002 A & B; Organização das Nações Unidas (ONU), em Atlas dos Recursos Minerais da Região de ESCAP, 2003; T. J., Falloon et al, 2006; etc.

Vejamos então um pouco mais detalhadamente o que os principais autores descreveram acerca dos recursos minerais de Timor-Leste.

### **3.1. S. F. WITTOUCK (1937)**

Segundo S. F. Wittouck (1937): “ A ilha de Timor apresenta várias condições favoráveis para a ocorrência de mineralizações, tais como: os movimentos orogénicos e actividade ígneas., que contém uma combinação única das características geológicas e estruturais, onde vários tipos de mineralização se podem ter formado.” (Tradução livre do autor)

Os recursos minerais metálicos que foram estudados e encontrados por este autor são situados na área de pesquisa desta tese de mestrado. Incluem-se nas áreas de Virac, Vemasse e Ilimano, estando descrito para estas áreas as presenças de cromite, cobre, ouro, manganês, etc.

#### **A. Ilimano**

Geologicamente, nesta área é formado pelas formações metamórficas indiferenciadas do Pré-Pérmico, sedimentares indiferenciadas do Pérmico e Mesozóico, rochas ígneas metamorfixadas do Pré-Terciário, e rochas vulcânicas do Terciário, que constituída pelas rochas ígneas, sedimentares e metamórficas

de metamorfismo contacto que foi intrusida por dioritos, como: anfibolitos, xistos, serpentinitos, calcários maciços e sedimentares do Mesozóico (Wittouck, 1937).

Semelhança com formações de Aileu que composto também por sequência ofiolítica do oceano, e de Wailuli, segundo o autor de Audley-Charles (1968). O contacto entre dioritos e calcários mostra uma típica de Skarn de metamorfismo contacto com recristalização do calcário para mármore.

A intrusão do diorito encontra-se ao longo do contacto estratigráfico entre serpentinitos e xistos de idade mais antiga, que possivelmente relaciona com os movimentos orogénicos no Terciários. Nesta zona foi uma área de tensão forte e foi submetido a perturbação tectónica fortemente.

O corpo das rochas ígneas do diorito foi cortado por veios de quartzos com largura começa de meio metro e alarga-se até 10 – 12 metros na parte central, destas filões constituídas principalmente por quartzos vigorosos com um pouco dos minerais de calcopirite, limonite, calcedonitos, etc., de 36 amostras que foram recolhidos nos vários afloramentos destes veios, só 8 que mostraram um valor médio de US\$ 0.34 (no ano 1937) de Au e 0.5 oz por toneladas de Ag.

Enquanto, o serpentinito mostra um sistema contínua de schlierens de cromite de alto grau. A ocorrência do jazigo de cromite associado aos serpentinitos nas cadeias de montanhas de Ve Eda – Hui Au – Kero Geo, não está para este autor relacionado com o evento geológico de metamorfismo contacto, mas, foi formado como uma segregação magmática normal sob a forma de lente. A zona de cromite tem um comprimento de mais ou menos 2,5 quilómetros, ocorrendo como um corredor no topo da cadeia das montanhas de serpentinitos. As amostras de cromites que foram recolhidas, os valores médios de grau de  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  são de 36,4% até 51,3%.

## B. Vemasse e Virac

Segundo este autor, nesta região maior parte é formado por rochas ígneas, como: serpentinitos, diábase e intrusão de diorito.

Os minerais metálicos que foram estudadas e encontrados por Wittouck (1937), são: cobre nativo, óxido de cobre e limonite., e estes recursos foram encontrados frequentemente como blocos transportados e em zonas de talude de duas pequenas encostas, vaharavate e Bahamori.

O autor ainda descreve a ocorrência de cobre nativo associado com filões de bandados de calcite, mas, em facto não existem as ocorrências de cobre nativo nesta área (com área menos de 100 hectares) que foi observado (S. F Wittouck, 1937).

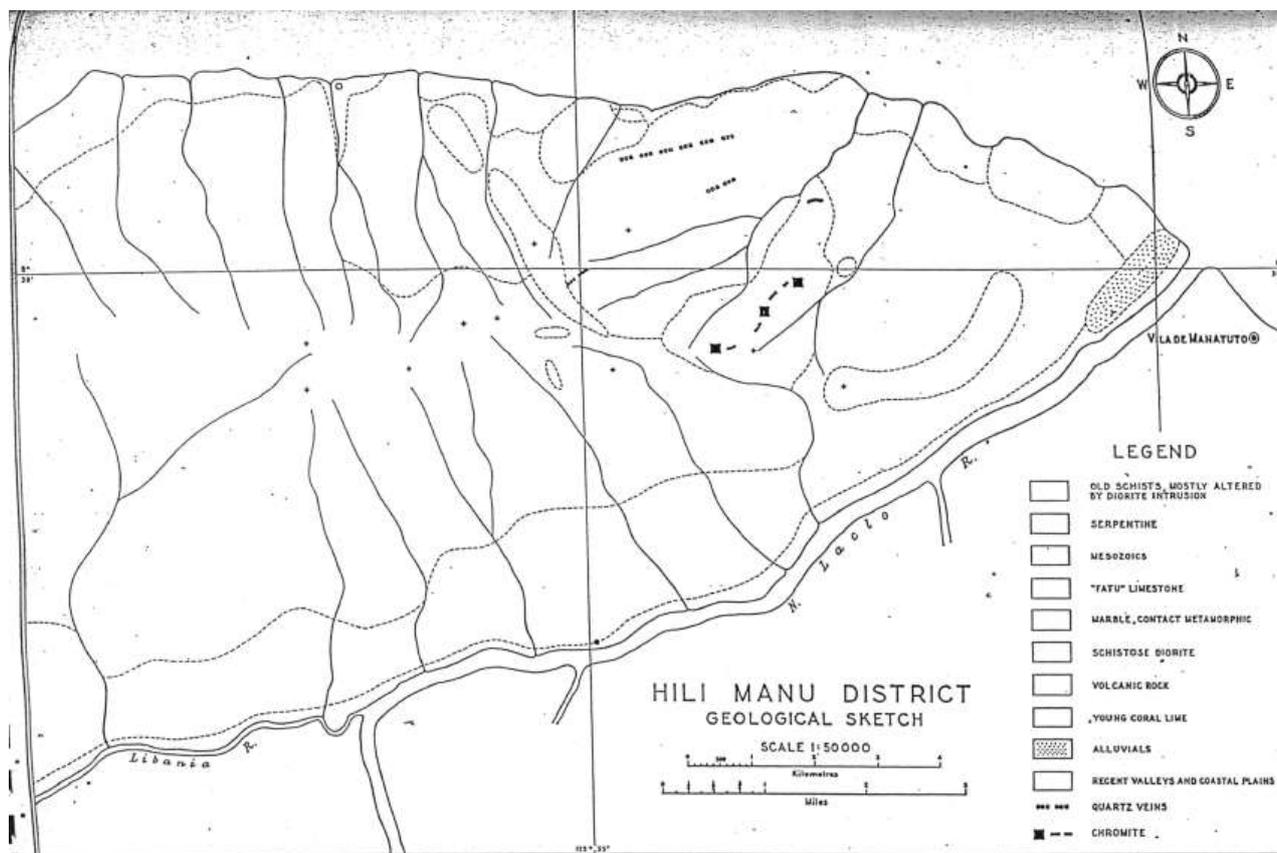


Figura 3.7. Mapa geológico e distribuição da ocorrência de cromite na região de Ilimano. Adaptado de Wittouck (1937).



### **3.2. AZEREDO LEME (1968)**

Este autor no seu trabalho de 1968 descreve Timor-Leste como uma ilha rica de recursos naturais. No capítulo em que trata de recursos minerais indica que algumas formações desta ilha poderiam apresentar mineralizações de interesse.

Os recursos minerais metálicos que foram apresentados por Azeredo Leme na ilha de Timor, especificamente nas áreas estudadas, são: ouro, cromite, manganês, galena e cobre nativo.

#### **A. Ouro (Au)**

O recurso mineral metálico de ouro foi estudado e encontrado conjunto com materiais de aluviões de algumas ribeiras em Timor, nomeadamente: em Sue, Lacló do sul e Clerac., foram esrosidados e transportados da região que formado pelas rochas metamórficas-eruptivas da formação de Lolotoi. Além destas regiões, o ouro também foi encontrado em alguns filões de quartzo que cortam a série metamórfica de Dili (Audley Charles – formação de Aileu), que revelaram-se alguns teores bastantes animadores (Azeredo Leme, 1968).

#### **B. Cromite (Cr)**

Este autor pouco acrescenta ao que Wittouck apresenta, referindo que a ocorrência do jazigo de cromite está associado a rochas ígneas - serpentinitos, tendo uma estrutura lenticulare, nas montanhas de Subão Grande. Este minério provavelmente inclui-se ao mineral ortomagmático, que foi formado durante o processo da segregação magmática, é muito puro, e com teores que atingem até 51,3% de  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ .

### **C. Manganês (Mn)**

Segundo este autor o Manganês é um dos minérios que existem com mais frequência em Timor. O manganês ocorre na sua maior parte num conjunto com as rochas siliciosas do Cretácico Inferior e actualmente como uma mancha ou blocos exóticos no complexo argiloso. Uma das ocorrências descritas é na área de pesquisa desta tese de mestrado - Vemasse.

### **D. Cobre Nativo e Galena (Cu e PbS)**

Para este autor refere que há em Timor outras mineralizações, mais diminutas ainda e sem qualquer interesse económico, são: cobre nativo, nas montanhas de Virac, a sul de Vemasse, e galena.

### **3.3. DEPARTAMENTO DE MINAS E ENERGIA DE TIMOR-LESTE, 1998.**

#### **(DEPARTEMEN PERTAMBANGAN DAN ENERGI – TIMOR TIMUR, 1998).**

A ilha de Timor é uma área interessante para os geólogos, em principalmente por causa de posicionamento tectónico que tem impacto à história da formação desta área, e possivelmente encontrados os recursos minerais e energéticos (Doa Restu Sitepu, 2004., comunicação oral na aula de endapan mineral).

Segundo este autor, os recursos minerais metálicos distribuem-se disseminados em Timor e especificamente nas áreas de pesquisa, como: ouro (Au), prata (Ag), cobre (Cu), manganês (Mn), zinco (Zn), chumbo (Pb), ferro (Fe), etc.

As presenças e ocorrências do manganês relacionam-se à deposição de depósito do mar, em que associado com fosfato e manchas dos animais, mas, além disto, também ocorridos conjunto com formação de

Bobonaro, como nódulos e com teores vários entre 30% - 45%. Este minério de manganês maior parte foi encontrado em Baucau, nomeadamente: em Vemasse.

Os jazigos do ouro primário e minerais metálicos bases foram registados em Eromauco do distrito de Dili, enquanto o ouro secundário encontrado nas áreas de Manatuto e Baucau ou instalado-se nas zonas montanhas que localizado no central de Timor.

Cobre primário como malaquite foi formado dentro dos filões quartzosos, nas cadeias de montanhas de Ilimano, entre Dili e Manatuto.

Minerais metálicos básicos identificados, como galena, esfalerite, e cobre., maioria distribuem-se nas áreas de Baucau e Manatuto, quer como gossan e/ou nódulos dentro da formação de Bobonaro., também foram encontrado no conjunto de rochas mais antigas como na formação de Aileu.

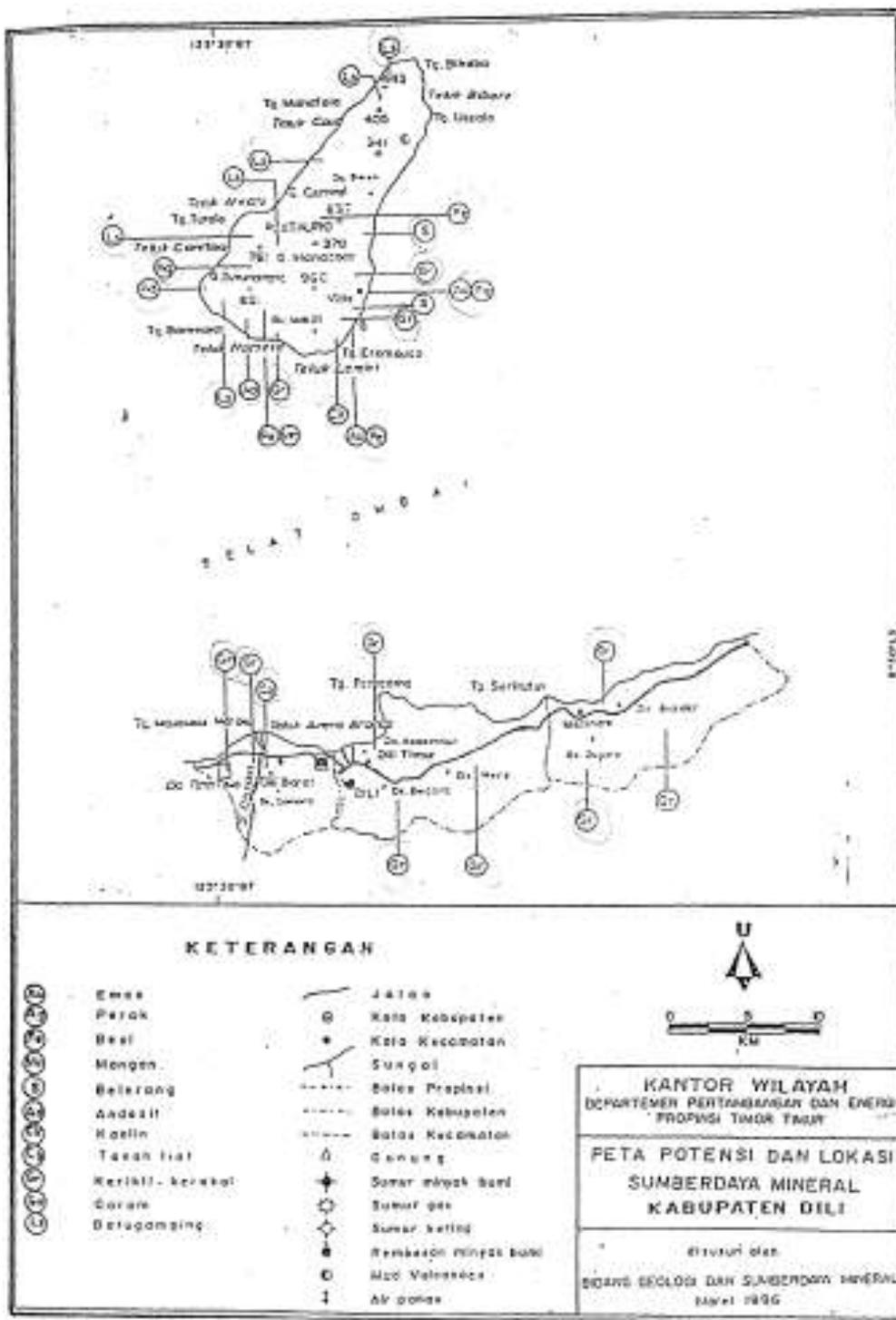


Figura 3.9. Mapa de distribuição da ocorrência dos recursos naturais metálicos e não metálicos. das regiões de Dili e ilha de Atauro. (Dinas Pertambangan dan Energi, 1998).



Figura 3.10. Mapa de distribuição da ocorrência dos minerais metálicos e não metálicos da região de Manatuto (Dinas Pertambangan dan Energi, 1998).

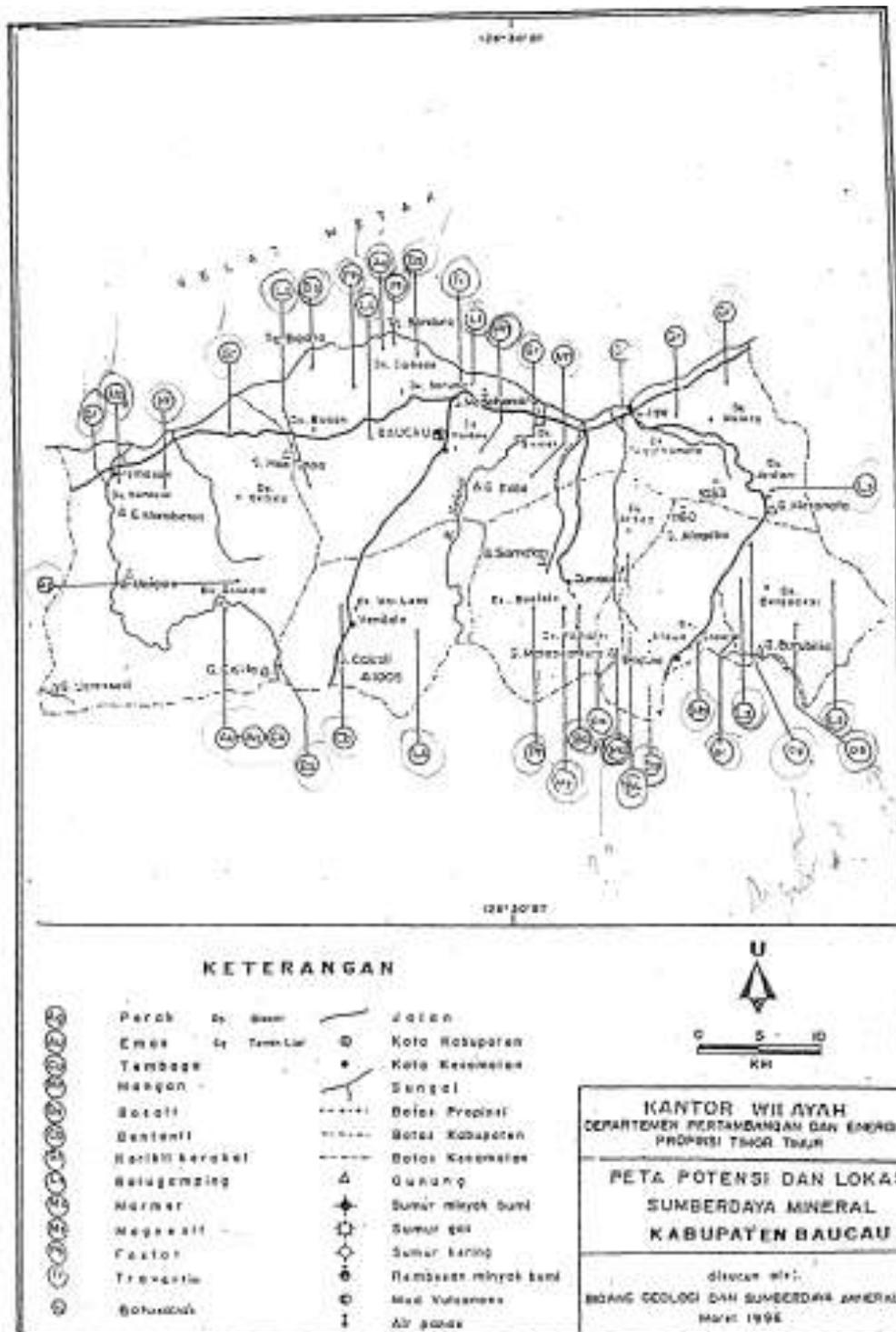


Figura 3.11. Mapa de distribuição da ocorrência dos minerais metálicos e não metálicos da região de Baucau (Dinas Pertambangan dan Energi, 1998).

### **3.4. ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS OU ONU (2003)**

A ONU no ano 2003 apresentou um relatório de “Economic And Social Commission For Asia And The Pacific” (ESCAP), com título “Atlas Of Mineral Resources Of The ESCAP Region (Volume 17) onde se pode ler ”a história orogénica de Timor representa um papel na determinação da localização de ocorrências dos minerais metálicos, nomeadamente: cobre, ouro, prata, cromite, manganês., e um número dos minerais não metálicos importantes, como: calcários, mármore, bentonite e fosfatos. O bordo norte de Timor é localizado perto do arco interno de Banda, onde se formou uma zona de subducção do Miocénico., nesta zona, as rochas oceânicas da placa Euro-Asiática foram carreadas para território de Timor-Leste pelos processos tectónicos, e conseqüentemente, este território é hospedeiro de um número de ocorrências dos minerais importantes, tais como: cobre, cromite, ouro, prata, manganês, etc.”

Segundo este relatório o potencial mineral mais favorável em Timor-Leste são os recursos metálicos básicos, principalmente cobre, e pode aparecer associado ouro e prata. Esta ocorrência de minerais potenciais inclui-se no tipo de sulfuretos maciças vulcanogénicos semelhantes aos do tipo do Chipre, que estão relacionados com sequências ofiolíticas.

#### **A. Cobre e Ouro**

As ocorrências dos minerais de cobre, cobre com ouro e ouro., que foram relatados são na sua maioria associados com as presenças de uma sequência das rochas básicas a ultrabásicas.

Em todas áreas estas sequências de rochas são dominadas pelas unidades ultrabásicas, com alteração para serpentinite extensa e por dioritos ou diabases.

Por essa razão, sugere que as presenças destas mineralizações estão ligadas a unidades ofiolíticas.

## **B. Cromite**

Segundo este relatório da ONU (2003), as ocorrências dos jazigos de cromite foram encontrados nos distritos de Baucau, Manatuto e Manufahi., de todos sítios referidos, só em Manatuto foi calculado as suas dimensões e teores, indicando que são possíveis depósitos económicos.

O contexto geológico trata-se de uma unidade de rochas ultrabásicas serpentinizadas e rochas cristalinas pretas, grosseiras, com fenocristais de bronzite e pyroxinite, contém segregações lenticulares de cromite.

## **C. Ouro**

O ouro foi observado em filões de quartzo, que estão encaixados em xistos argilosos como estruturas lenticulares. Estes filões mineralizados podem apresentar calcopirite disseminada, pirite e ouro.

Além das ocorrências de minérios do ouro primário em filões de quartzo, também se encontrou ouro em cascalheiras e aluviões, como podendo estes serem considerados como depósitos de tipo placer.

## **D. Manganês**

A ocorrência de manganês na área estudada de Baucau ligada à formação de depósitos de sulfida maciças e associado com rochas siliciosas.

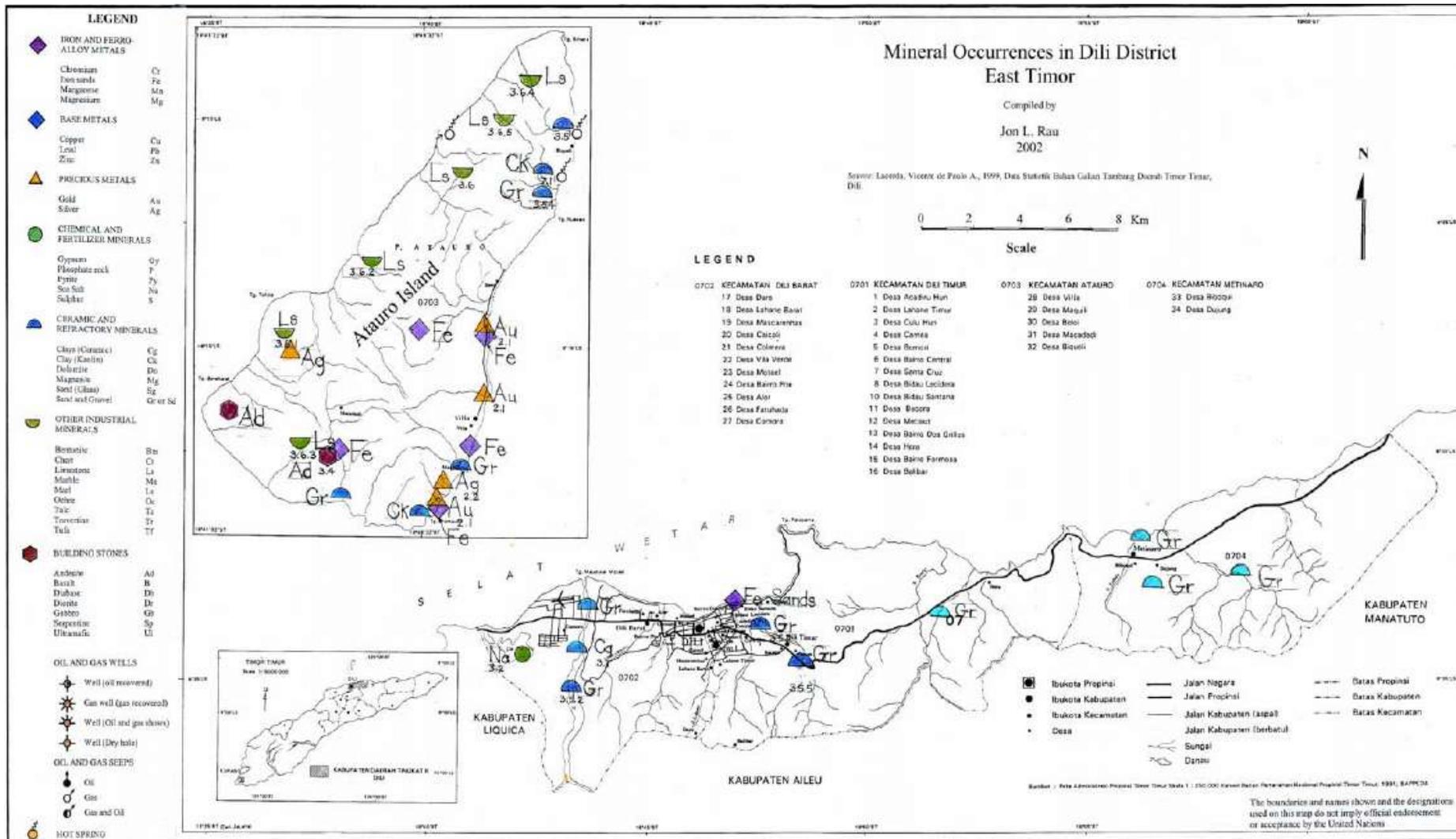


Figura 3.12. Mapa de distribuição da ocorrência dos minerais metálicos e não metálicos das regiões de Dili e ilha de Atauro. Adaptado da ONU (2003), no relatório de Atlas dos Recursos Minerais da Região de ESCAP.

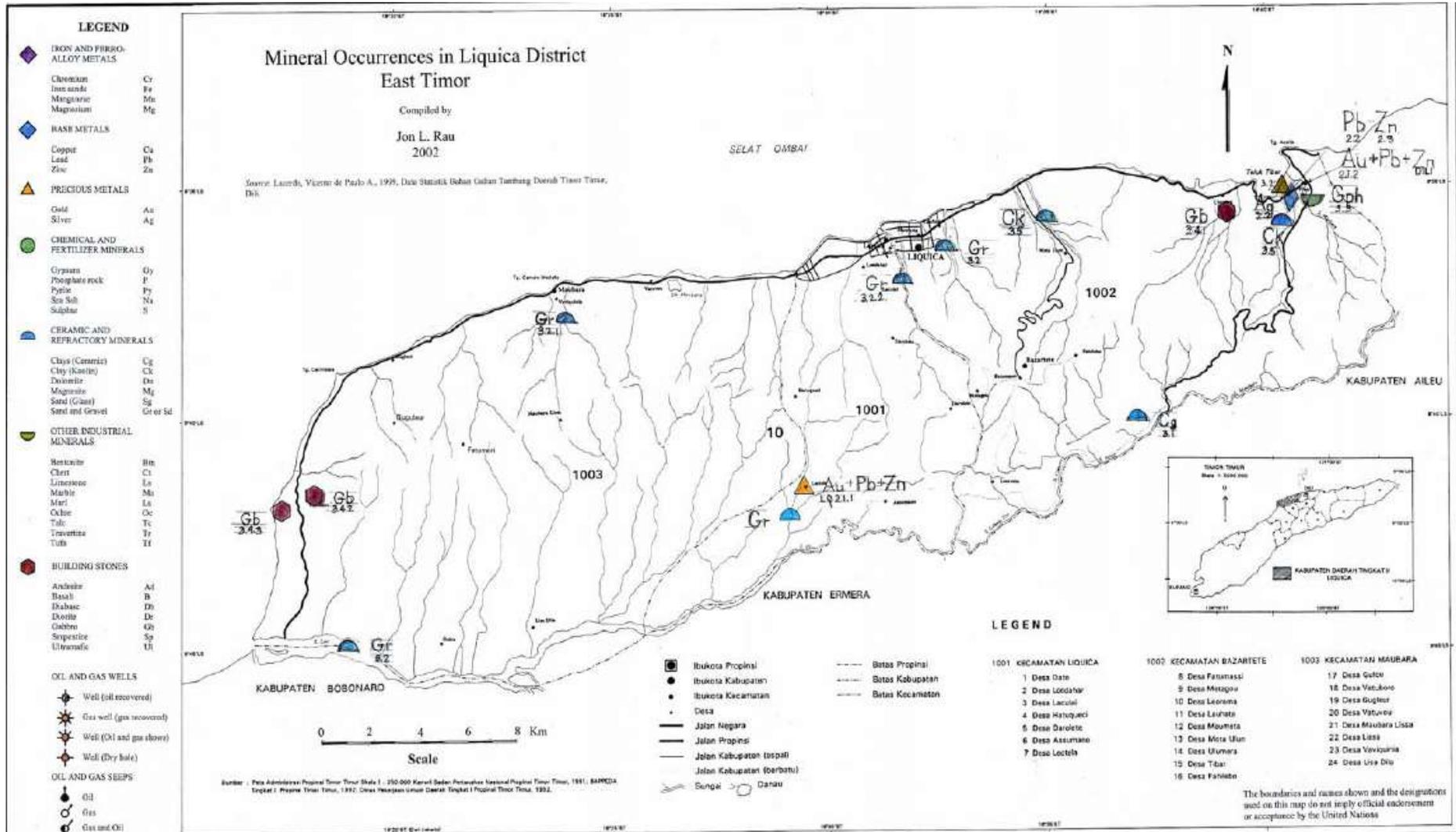


Figura 3.13. Mapa de distribuição da ocorrência dos minerais metálicos e não metálicos da região de Liquiça. Adaptado da ONU (2003), no relatório de Atlas dos Recursos Minerais da Região de ESCAP.

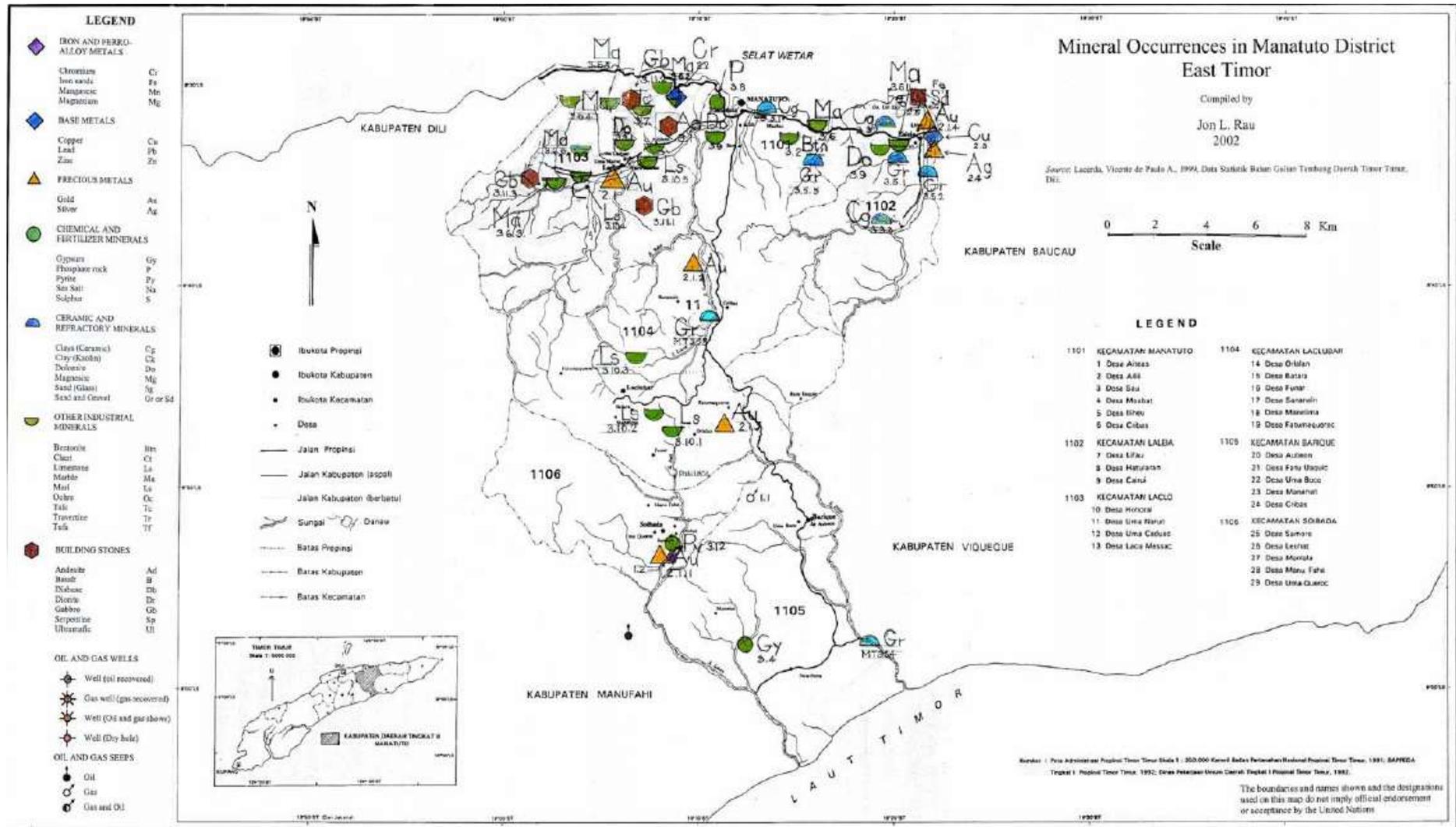


Figura 3.14. Mapa de distribuição da ocorrência dos minerais metálicos e não metálicos da região de Manatuto. Adaptado da ONU (2003), no relatório de Atlas dos Recursos Minerais da Região de ESCAP.

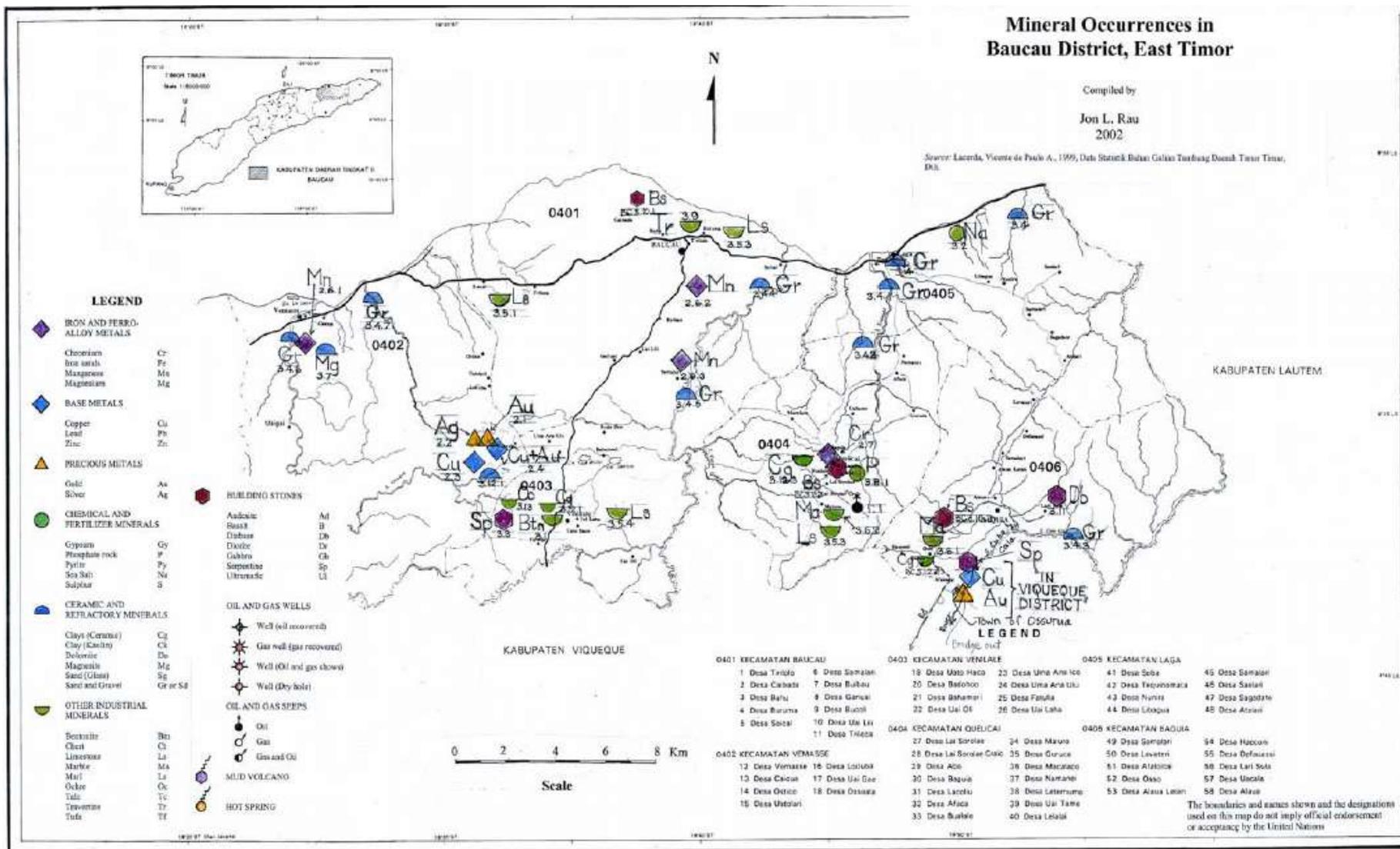


Figura 3.15. Mapa de distribuição da ocorrência dos minerais metálicos e não metálicos da região de Baucau. Adaptado da ONU (2003), no relatório de Atlas dos Recursos Minerais da Região de ESCAP.

## 4. METODOLOGIAS DE ESTUDO

Na realização deste trabalho da tese e os seus objetivos foram estabelecidos, aplicando alguns métodos e os equipamentos de estudos geológicos, centralizado na cartografia ou levantamento temático dos recursos minerais metálicos, e foram elaborar sistematicamente em algumas fases, segundo os conceitos e as regras que foram acordados pelos geólogos. Estas fases começam de preparação, mapeamento, análise a lupa, análise geoquímica e até a tratamento dos dados.

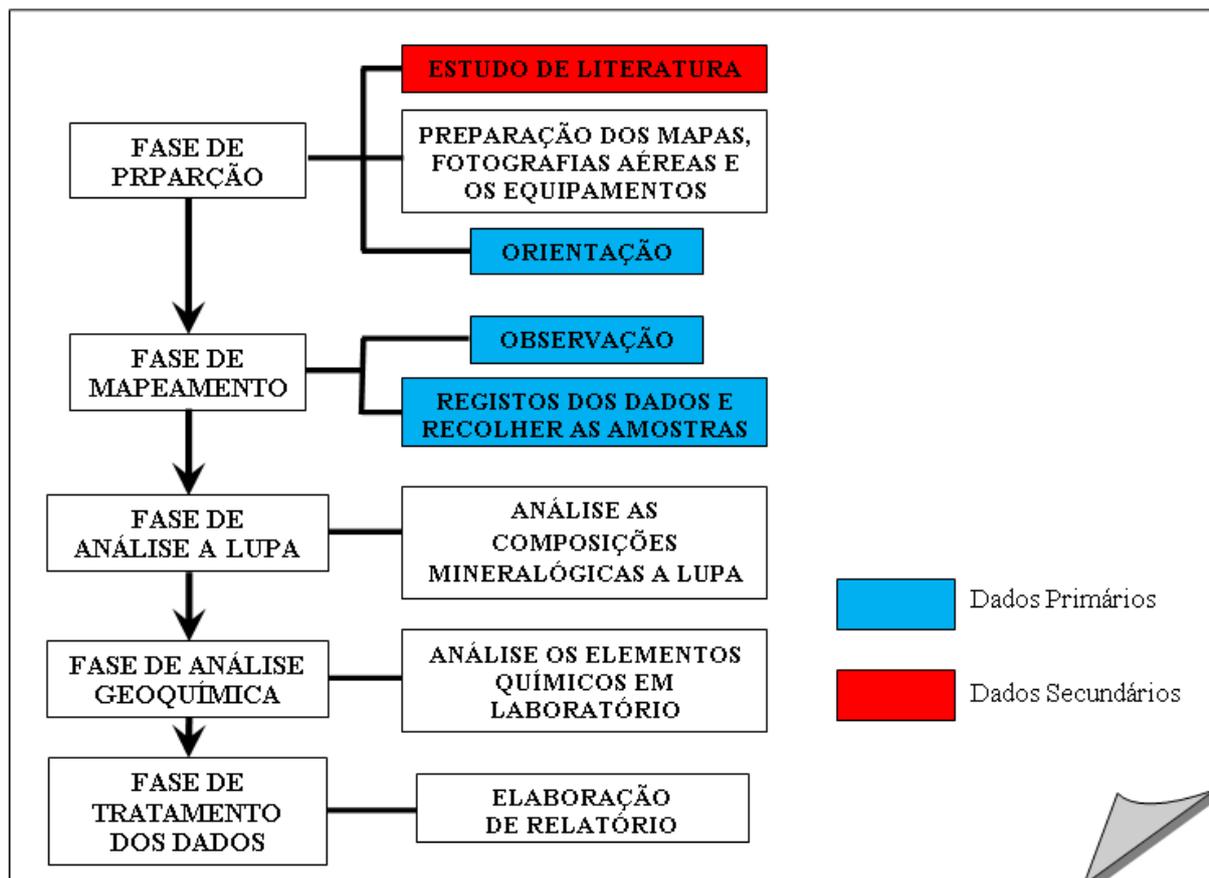


Figura 4.1. Diagrama esquemático de metodologia do estudo geológico. (Modificação de Guia Manual de Estudo do Campo de UGM, 1997).

## **4.1. FASE DE PREPARAÇÃO**

Nesta fase de preparação é início de actividade cartográfica geológica e levantamento temático dos recursos minerais metálicos. A partir de recolher os dados ou artigos de estudo anterior (estudo de literatura), preparação dos mapas e os equipamentos até a orientação ou conhecimento início do campo.

### **4.1.1 Estudo de Literatura**

Estudo de literatura foi realizado durante cinco meses, começou de Outubro de 2010 até Fevereiro de 2011. É uma actividade de colectar os artigos de trabalhos anteriores que relacionado com geologia e os recursos naturais metálicos da ilha de Timor e especificamente das áreas estudadas. Os dados foram recolhidos de publicações pelos geólogos de Francês, Portugal, Inglaterra, Austrália, Indonésia, etc., do ano de pré-1937 até 2011.

Os dados colectados, utilizando como dados secundários, com objectivos são: para obter ideias gerais acerca de condições geológicas, nomeadamente: estratigrafia, estrutural e tectónica, morfologia, e os recursos minerais existentes. Também para localizar e marcar as zonas suspeitas como uma área potencial a fazer concentração de linha de água.

### **4.1.2. Preparação dos Mapas, Fotografias Aéreas e Equipamentos**

A seguir, depois de estudo de literatura é preparação os materiais e equipamentos, que usado durante a realizar deste trabalho da tese no campo, e foram preparados do mês de Janeiro até Março de 2011. Recorrendo a base dos mapas topográficos da Indonésia (BAKOSURTANAL, 1999), e cartas geológicas de Audley-Charles (1968), Azeredo Leme (1968) e da Indonésia (1999). E as fotografias aéreas coincidiram às áreas estudadas.

Enquanto os recursos que têm de preparar, são os equipamentos do campo, comumente utilizados em mapeamento geológico e levantamento temático dos recursos minerais metálicos, são as seguintes:

1. GPS (Global Positioning System) de campo
2. Bússola
3. Martelo
4. Lupa (com ampliação 10x e 20x)
5. Bateia (prata de alumínio para concentração de linha de água)
6. Peneiro (2 mm de diâmetro de malha)
7. Pá
8. Funil
9. Material de intercomunicação
10. Líquido de ácido clorido (HCl com sua composição: 10 e/ou 20 %)
11. Equipamentos de escrito (livro de campo, lápis, esferográfica, marcadores ou spidol, papel milimétrico, régua, apagador, etc.)
12. Plástico de amostragem
13. Chapéu
14. Mochila
15. Capa de chuva
16. Guarda-chuva
17. Equipamentos de médicos

### **4.1.3. Reconhecimento de Campo**

A orientação é conhecimento início do campo geológico e inclui-se na fase de preparação, porque foi corrido conjunto com excursão geológica e que foram orientados por Prof. Pedro Nogueira e Alexandre Araújo, da universidade de Évora e com os colegas estudantes timorenses de pesquisa.

A excursão foi efectuada da parte oriental (Lospalos) até a ocidental (Monte de Ramelau - Hatu Bulico) de Timor-Leste, durante duas semanas, de 3 a 18 de Março de 2011. Esta actividade tem alguns objectivos, são: para os estudantes pesquisadores ter uma visão e ideias gerais sobre relações entre as paisagens morfológicas e litológicas com estruturas e tectónica geral; descrever as características das rochas de formações existentes; descobrir, ver e habituar-se com as situações e condições de povoações e afloramento dos jazigos mineiros que foram marcados dos trabalhos anteriores, na minimização de risco que pode ser obter; e localizar o acesso de caminho na determinação os percursos de mapeamento e na organização da divisão do tempo durante levantamento geológico.

## **4.2. FASE DE MAPEAMENTO**

É fase de registo as informações e eventos geológicos, especificamente as ocorrências dos minérios existentes no corpo de afloramento de umas paragens no campo, através de observação, registos os dados e recolher as amostras.

Os dados obtidos de levantamento geológico no campo são primários. Esta fase foi corrida durante seis (6) meses, de início do mês de Abril até Setembro de 2011, nas áreas estudadas de Tibar, Hera, Ilimano, Cribas, Soibada, Laleia e Vemassee.

### 4.2.1. Observação

É uma actividade de ver e observar os afloramentos das rochas e as presenças dos eventos geológicos numas paragens, com estas informações pode descobrir e descrever a história geológica e relações delas com as presenças de ocorrências dos mineiros nas áreas estudadas.

As informações e eventos geológicos que observado e descrito no campo, são as seguintes:

#### 1. Topografia

Os elementos topográficos que tem observado no campo geológico, são: as paisagens morfológicas, inclinação de talude ou declive e determinar a forma e limitar distribuições delas.

#### 2. Litologia

Nomeadamente: tipos das rochas, as características mais importantes delas, como: estrutura, textura, composição, cor, grau metamorfismo (metamórficas), nome de rochas, etc. E também distribuições e relações delas com litologias de outras formações.

#### 3. Estrutura Geológica

São: tipo de estruturas geológicas, atitudes delas, deslocamentos, comprimentos, as formas e condições de rochas influenciadas e relações delas com as paisagens morfológicas.

Os elementos que incluem-se às estruturas geológicas, são: carreamentos ou cavalgamentos, falhas, fracturas e/ou diaclases, atitude da camada, xistosidades (rochas metamórficas), linhas de intersecções  $S_0$  e  $S_1$  ou  $S_1$  e  $S_n$ , etc.

#### 4. Recursos minerais

Designado por tipo de mineralização, tipo das rochas mães, tipo de recursos minerais metálicos, os minerais associados, génese, atitude, distribuição, estrutura, e textura.

Os jazigos de cromite de Ilmano considerado como recursos identificados para e sub-marginais, segundo definição dos termos de reserva e recurso de McKelvey (1973). Este mineiro foi encontrado primeira vez por Wittouck (1937), população local em geral chamado com o termo de “Osan Metan” que significa ouro preto. Baseado nas informações das pessoas residentes naquela zona, que este mineiro já tinha

explorado manualmente com sistema de exploração tradicional durante a governação portuguesa em Timor-Leste, enquanto, durante a ocupação dos indonésios em Timor, nunca foi explorado.

Na área estudada de Ilimano, o jazigo de cromite mostra uma estrutura de lenticular, descontínua, forma um corredor com direcção de N51°E, e associado com as rochas de gabros e peridotitos brechificadas e serpentinizadas da sequência ofiolítica da formação de Aileu. Os corpos de afloramento de cromite estão muito meteorizados, alterados, e fracturados., assim, difícil para recolher as amostras *in situ*.

Este minério de cromite localizado nas cadeias das montanhas de Wui Au e Kero Geo do suco de Uma Kaduak, fica longe de residência de população, e mais ou menos 2 quilómetros de estradas principal de Dili – Manatuto, a subir para os montes.

Nas regiões de Virac e Vemassee existem as presenças de alguns minérios importantes de indústria, que associado com as rochas básicas a ultrabásicas da formação de Maubisse e como blocos exóticos no complexo argiloso, como: cobre nativo, cromite e manganês. O minério de manganês já tinha explorado desde governação portuguesa, com sistema exploração tradicional. Enquanto, cobre nativo em facto não existe (Wittouck, 1937).

#### **4.2.2. Registos Os Dados**

Depois de observar os eventos geológicos mais interessantes e ter uma visão geral sobre os processos deles e relações entre si, deve ser registar os resultados de observação no livro de campo e com desenho de perfil de afloramento dele. Para suportar os dados obtidos neste trabalho da tese, também tem que marcar as posições destes pontos de paragens nos mapas topográficos e geológicos que utilizado e tire fotografias em que geologicamente importante (ver nas figuras 4.2 a 4.7).

No registo os dados no livro de campo, as informações geológicas obtidas em cada paragens, têm que bem organizada e registre também número e informação de cada fotografia que tirado. Com motivo é para evitar o problema e complicações que podem ser obter durante na fase de tratamento os dados.

### **4.2.3. Recolher As Amostras**

Para suportar as informações dos eventos geológicos que foram observados e registados, precise recolher algumas amostragens de rochas, concentração dos minerais pesados e minerais em cada paragem a analisar. Os critérios utilizados no recolhimento as amostras, são: as amostras de rochas e dos minerais colhidos sejam frescos e não afectam pelos processos de meteorização ou 20 cm da superfície dos corpos de afloramento, e as amostras de concentração dos minerais pesados por técnica de stream sediment (pan) ou concentração de linha de água em que realizado no rio permanente e em lugar que se depositaram os sedimentos de tamanho de cascalho até a calhaus, fique longe de povoações e das actividades de humana.

Sistematicamente, As amostragens organizem com umas referências, que dependem aos pesquisadores na organização destas amostras. Neste trabalho da tese de mestrado, as referências baseadas ao nome de lugar que tirada (nome do rio ou aldeia, Suco, Subdistrito e Distrito), tipo de amostras (rochas, concentração e minerais) e número de amostragens., como por exemplo: BMSM – AR022 ou BMSM – PA018 são amostragens de rochas e concentração dos minerais pesados, números de 022 e 018, e de rio de Buarahun, Suco de Manufahi, Subdistrito de Soibada e Distrito de Manatuto (como se mostram nas figuras 4.2 a 4.7).

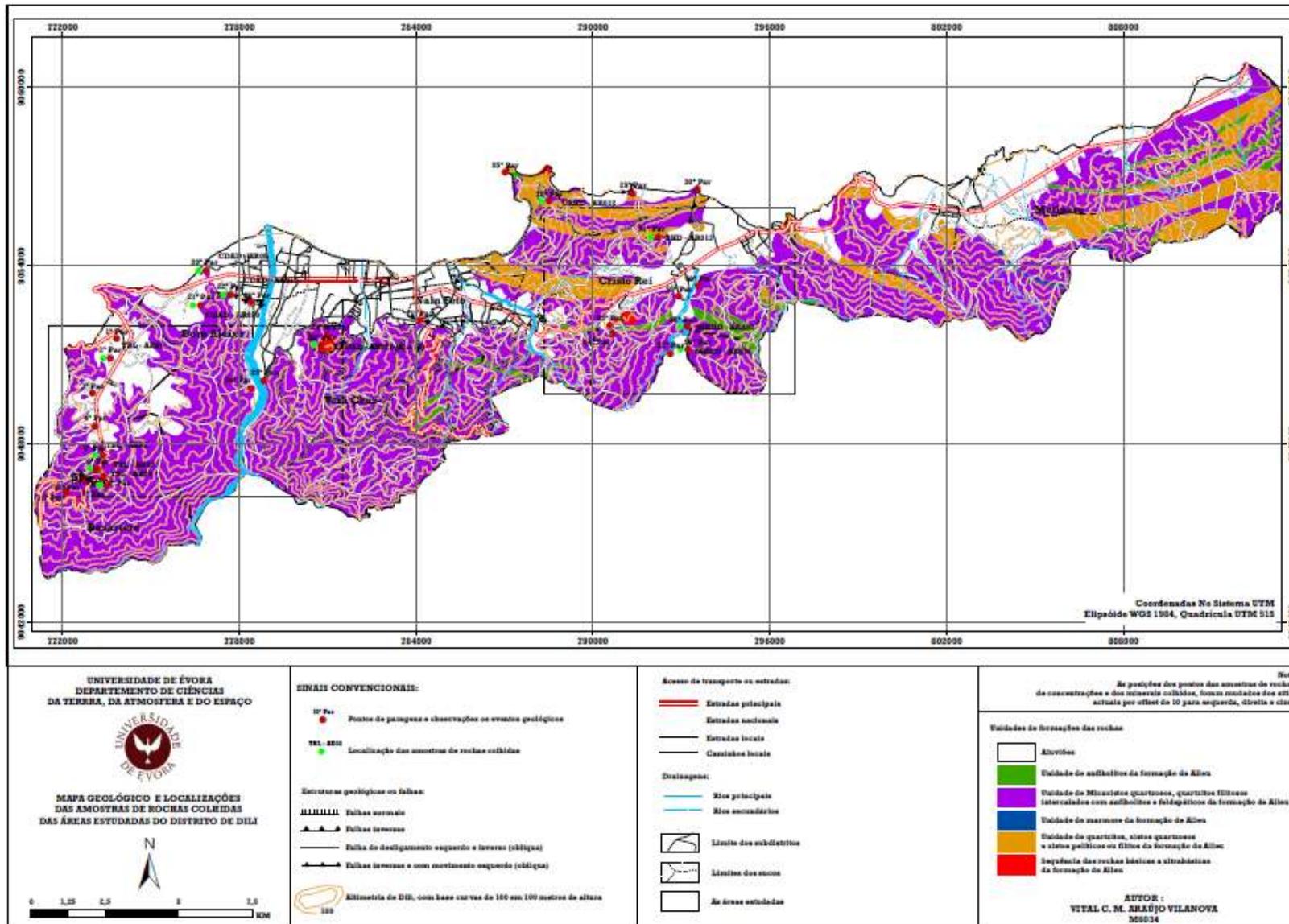


Figura 4.2. Mapa geológico e localizações das amostras de rochas colhidas das áreas estudadas dos distritos de Dili e Liquiça.

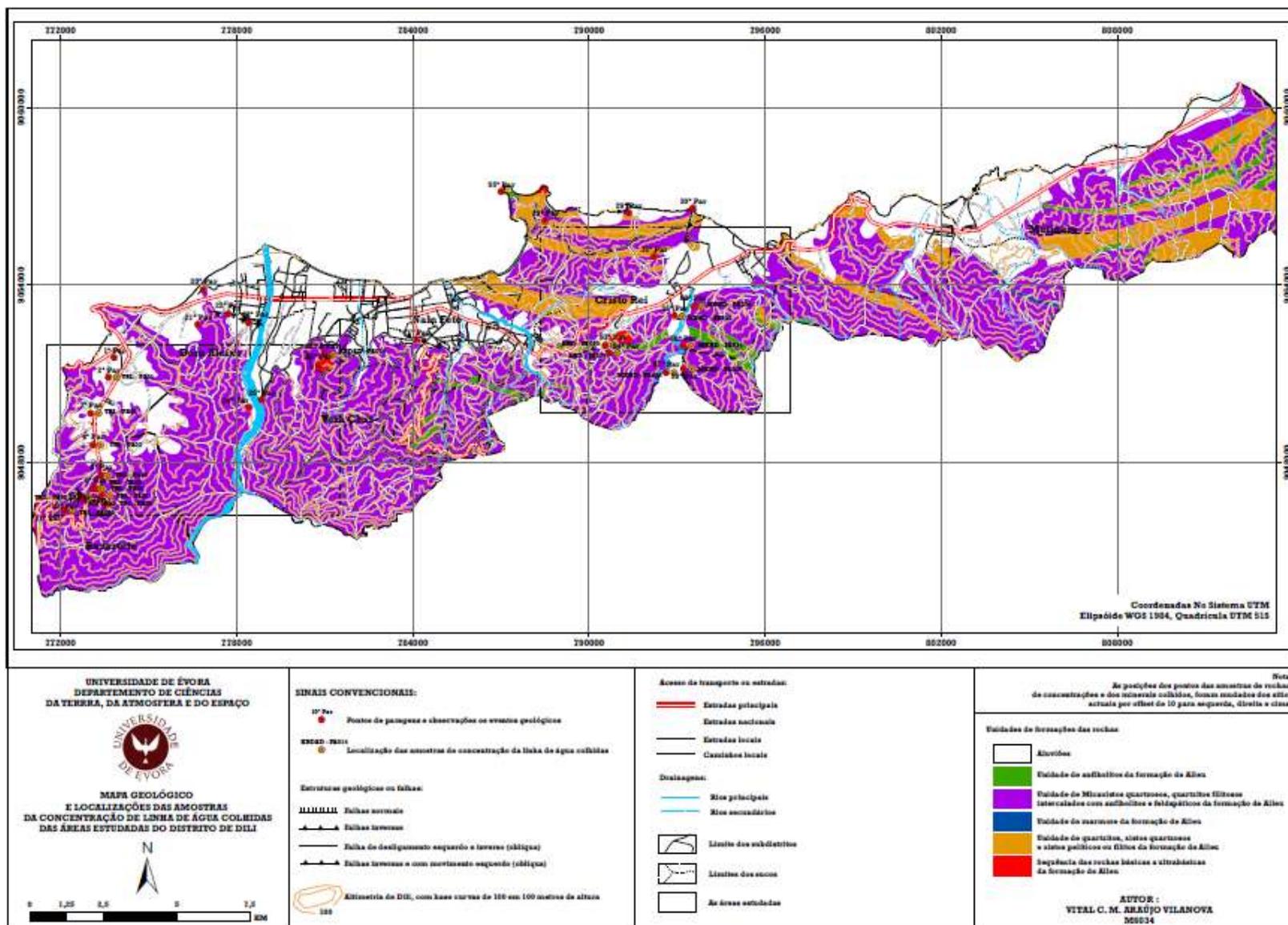


Figura 4.3. Mapa geológico e localizações das amostras de concentração de linha de água colhidas das áreas estudadas dos distritos de Dili e Liquiça.

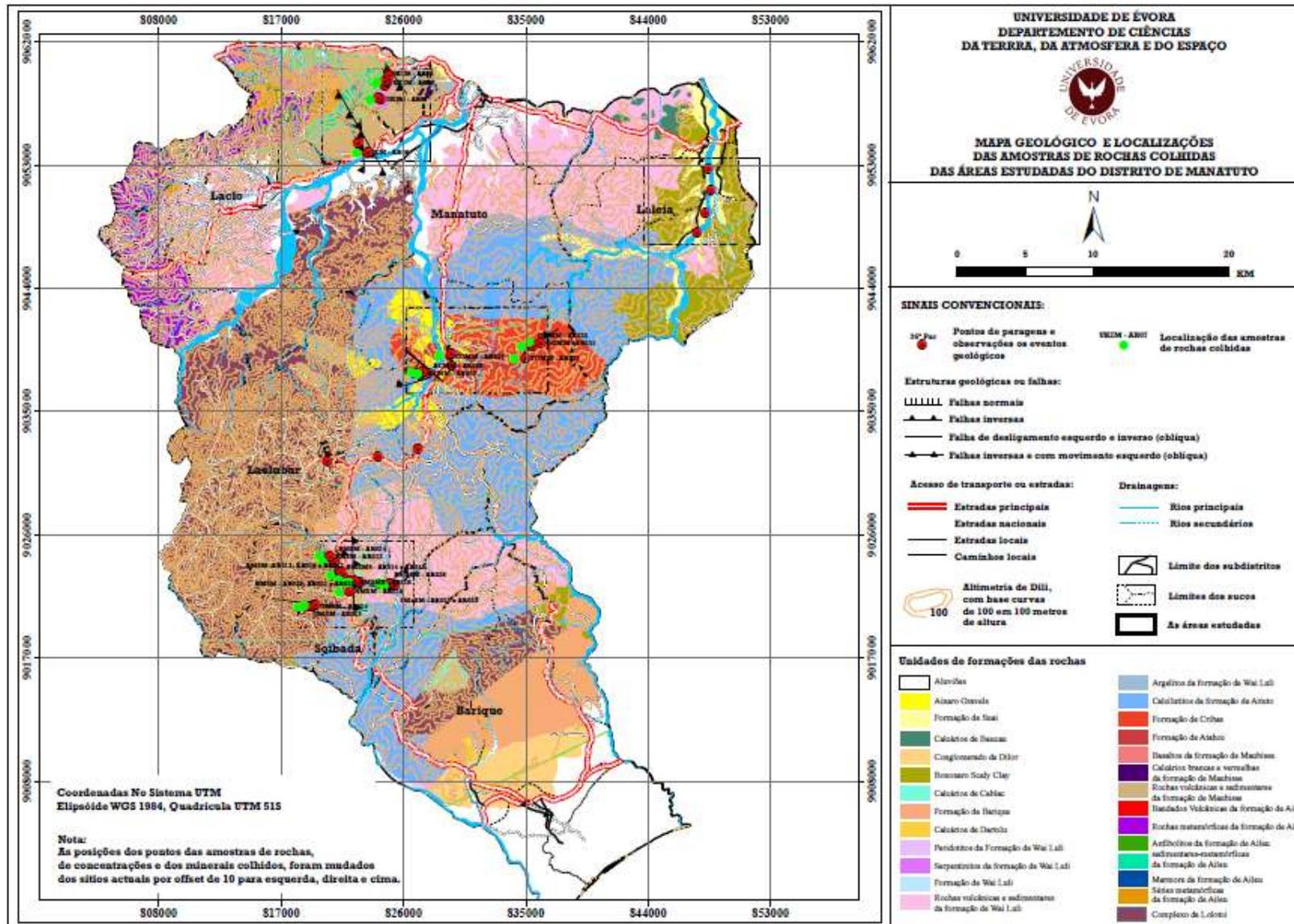


Figura 4.4. Mapa geológico e localizações das amostras de rochas colhidas da área estudada do distrito de Manatuto.

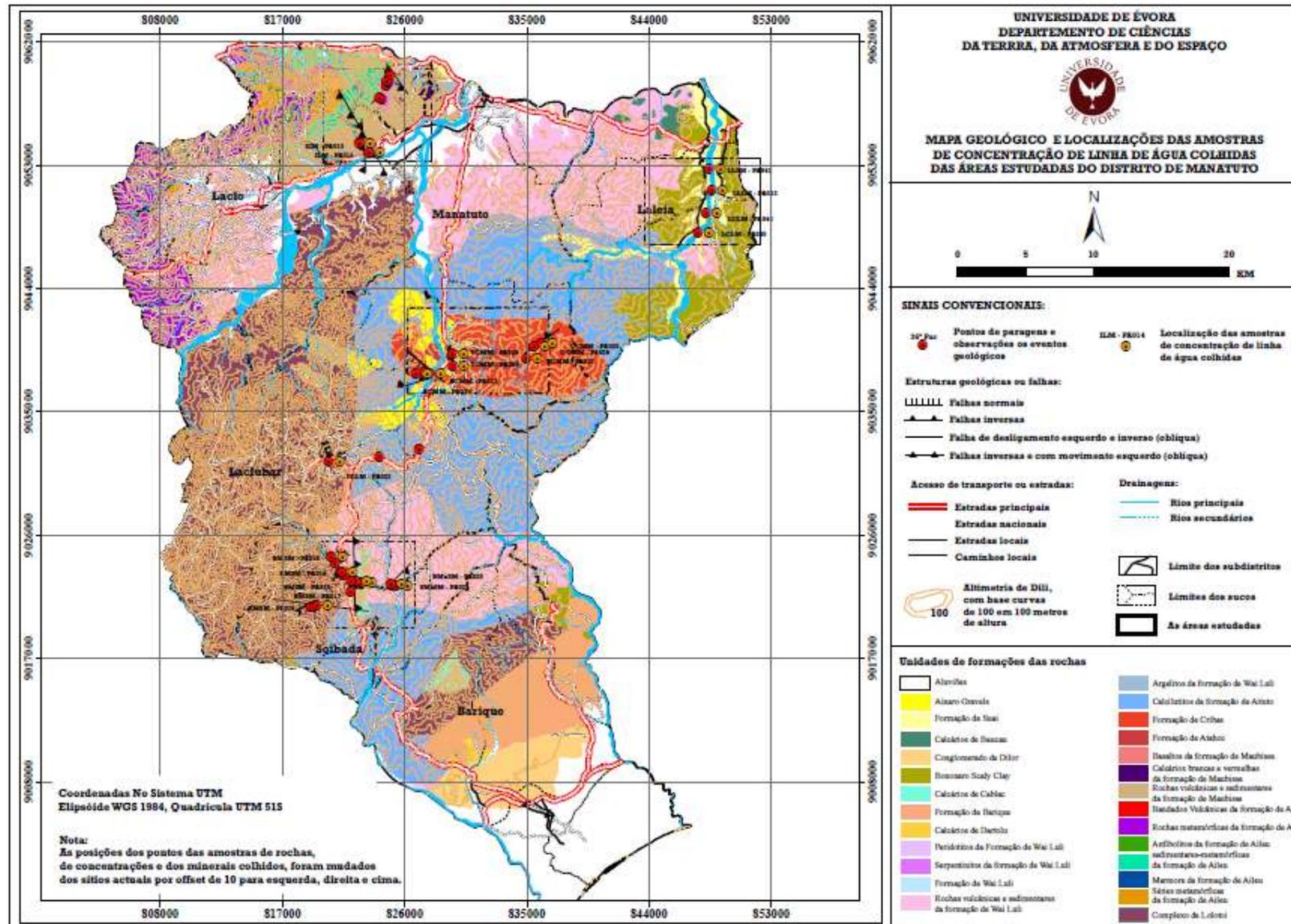


Figura 4.5. Mapa geológico e localizações das amostras de concentração de linha de água colhidas da área estudada do distrito de Manatuto.

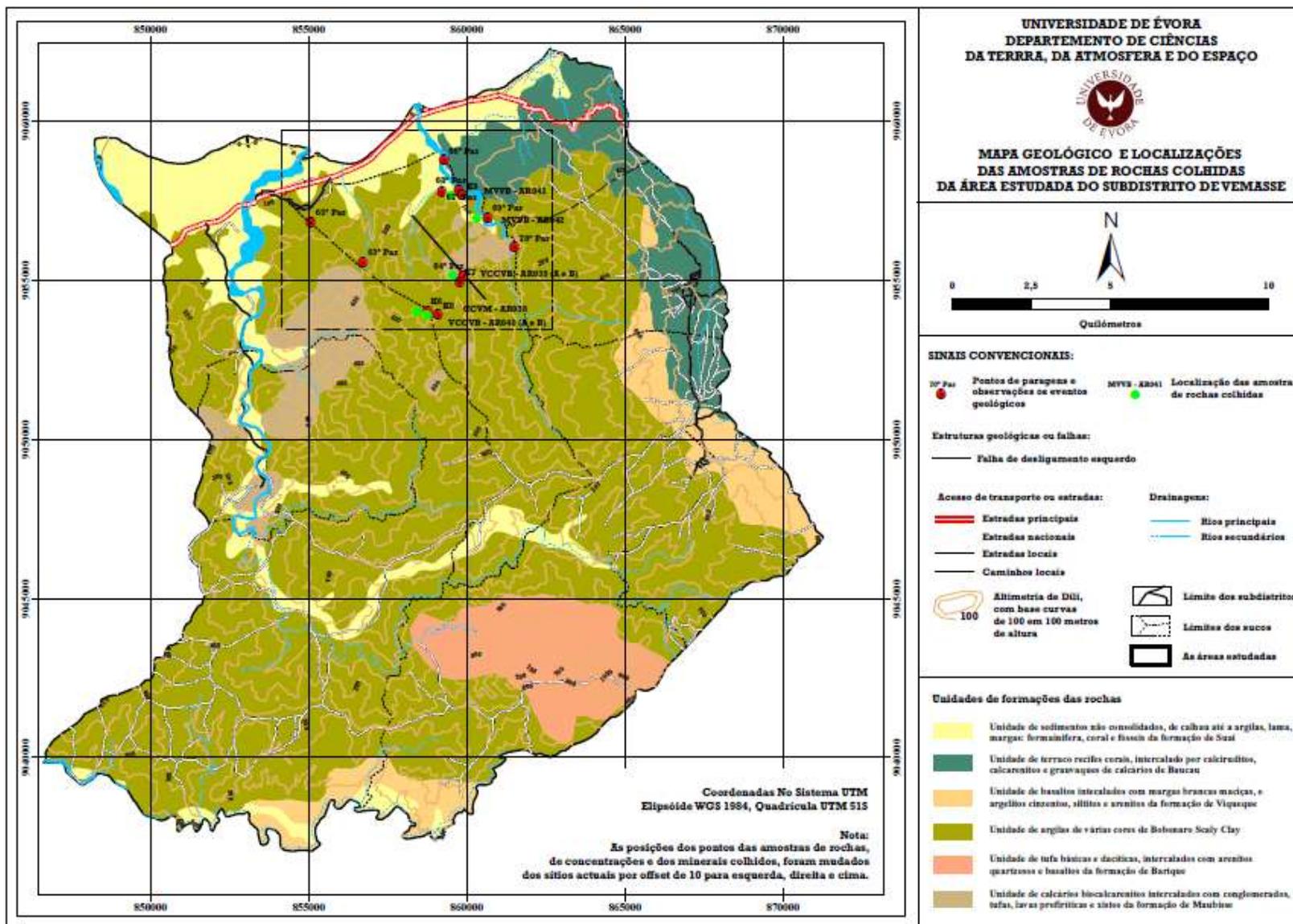


Figura 4.6. Mapa geológico e localizações das amostras de rochas colhidas da área estudada de Vemasse.

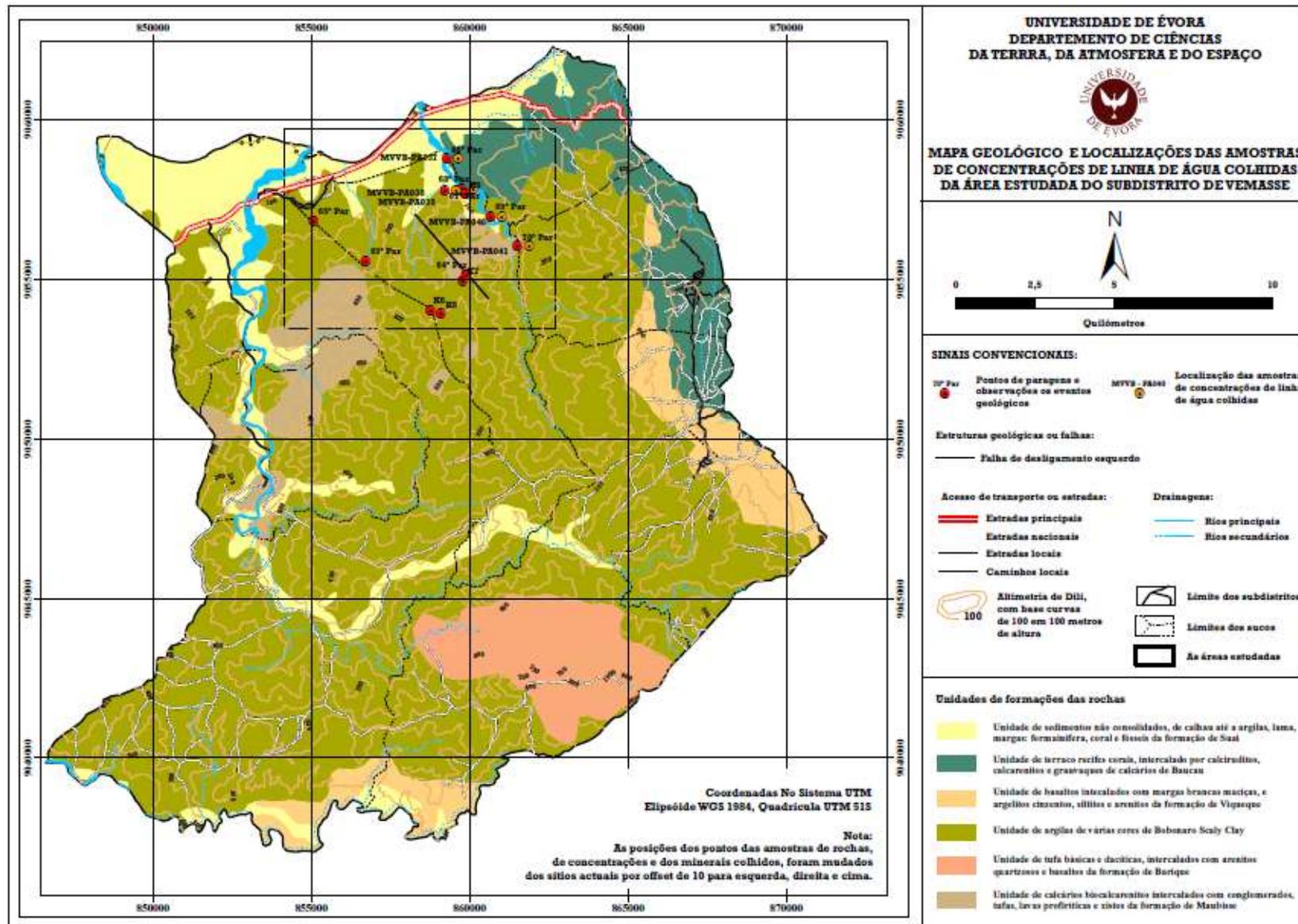


Figura 4.7. Mapa geológico e localizações das amostras de concentração de linha de água colhidas da área estudada de Vemasse.

### 4.3. FASE DE ANÁLISE A LUPA

Este estudo consiste na análise e separação à lupa dos minerais pesados existentes nos concentrados de amostras de sedimentos aluvionares com tamanho de areias finas recolhidos em cada estação.

Principalmente, os minerais metálicos ou pesados, apresentam e mostram algumas características que os permitem distinguir uns dos outros, não só em amostras de mão mas também à lupa.

As propriedades físicas mais importantes utilizadas na identificação dos minerais a lupa, são:

1. Hábito

É a forma geométrica externa dos minerais, que reflecte estrutura cristalina deles. Por exemplo: anatase com forma de cristal é octaédrica. Mas, alguns minerais não mostram formas definidas e outros não tem estrutura interna cristalina, como a limonite, etc.

2. Brilho

Os concentrados de minerais dos sedimentos mostram vários brilhos, desde metálicos até não metálicos. Por exemplo a como pirite tem brilho metálico.

3. Diafaneidade

Maior parte dos minerais nas concentrações com brilho metálicos é opaca, que absorvem toda a luz. Exemplo: hematite, ilmenite, anatase, etc.

4. Cor

É a característica mais fácil e importante a distinguir entre os minerais, mas, alguns apresentam várias cores, como: granada com cor várias de vermelho, laranja, rosa, etc.

5. Magnetismo

É umas das características dos minerais que fortemente atraídos pelo íman como a magnetite, etc. Esta fase é muito importante na realização deste trabalho da tese de mestrado, porque ajuda e suportar os resultados obtidos por análise química e a delinear as zonas de ocorrências dos jazigos minerais mais importantes nas áreas estudadas. Foi realizado durante dois meses, de Setembro até a 16 de Novembro de 2011.

#### **4.4. FASE DE ANÁLISE GEOQUÍMICA**

É analisar as composições dos sedimentos aluvianos, baseado nas propriedades físicas e químicas dos elementos. Como na fase da análise a lupa, é para realizar o objectivo principal estabelecido neste trabalho da tese.

Análise geoquímica é como ferramenta auxiliar no conhecimento geológico e na prospecção mineral (Milman, 2009). Principalmente, esta fase utiliza os princípios da distribuição dos elementos na natureza na busca de indicações para a localização de depósitos minerais de valor económico, correlaciona com os resultados das anomalias dos factores geológicos e da análise a lupa (modificado de [www.mineraçãofoco.blogspot.com](http://www.mineraçãofoco.blogspot.com); acesso no dia 24 de Novembro de 2011).

As amostragens que foram analisados pelo estudo geoquímico são as amostras que foram colhidas nas áreas estudadas de Tibar, Hera, Ilimano, Cribas, Soibada, Laleia e Vemassee.

#### **4.5. FASE DE TRATAMENTO DOS DADOS**

Fase de tratamento dos dados de trabalho é última, depois de realizar as fases de preparação, mapeamento e obter os resultados da análise a lupa e geoquímica. Nesta parte é fase de escrever relatório final do trabalho da tese e criar os mapas temáticos com as informações dos recursos minerais ou de distribuição dos minerais pesados e geoquímicas, baseadas aos dados de cartografia dos eventos geológicos no campo, e correlações entre os factores geológicos e as anomalias de resultados obtidos da análise a lupa e geoquímica.

## **5. SEDIMENTOS DE LINHA DE ÁGUA**

Sedimentos de linha de água são os materiais geológicos desagregados que foram depositados no ambiente fluvial, através dos processos de meteorização, erosão e transporte. São também constituídos por fragmentos e partículas das rochas ígneas, metamórficas e sedimentares anteriormente instaladas e depositadas naquela região e designadas por aluviões. Além de ser essencialmente composto por materiais das rochas, também existem partículas de metais valiosos provenientes de mineralização que por algum processo geológico ocorreu nas rochas. Assim, tornam-se zonas potenciais para efectuar actividades de prospecção geológica de busca e delimitação de áreas de ocorrências dos minerais mais importantes.

### **5.1. AS AMOSTRAS DE CONCENTRADOS**

As amostras de sedimentos de linha de água foram colhidas no canal de drenagem activa com água corrente permanente. Os lugares de amostragem mais favoráveis são locais onde o leito do rio perde velocidade, tais como em curvas e meandros do rio, preferencialmente cortados por rochas ígneas e metamórficas. As rochas sedimentares geralmente não dão bons resultados.

As amostragens foram colhidas nos trechos rectilíneos, espaçadas de um quilómetro ao longo da rede de drenagem, em quantidade suficiente para as análises pelo método de concentração, que pretendíamos realizar e que é aplicado aos minerais pesados ou com densidade superior a 2,6.

Após recolher as amostras procede-se à sua secagem em estufa e à temperatura de 105°C, durante uma hora. Depois podemos fazer o estudo da composição mineralógica à lupa e geoquímica em laboratório.



Fotografia 5.1. Mostra o lugar que foi colhida amostragem de concentração dos minerais pesados de OCMM-PA025, na 47ª Paragem (o guia como escala). Este local situa-se na curva do rio, em que o leito do rio perde velocidade.

Mineralogicamente, as amostras dos minerais pesados das áreas estudadas que foram observados e analisados a lupa, são na sua maioria compostas por silicatos, como: quartzo, plagióclase, feldspatos, anfíbolos, zircão, piroxenas, hornblenda, sillimanite, andalusite, etc. Também se encontram alguns óxidos, sulfatos, fosfatos, carbonatos e sulfuretos, como: calcopirite, pirite, magnetite, hematite, limonite, ilmenite, anatase, espinela, barite, rutilo, etc. (como se mostra na tabela 5.1).

Os resultados da análise geoquímica mostram que os elementos químicos mais abundantes nas áreas estudadas, são: arsênio, bário, cobalto, cromo, ferro, háfnio, escândio, tório, lantânio, cério, samário, európio, itérbio, e lutécio, os elementos encontrados em menores concentrações são: ouro, prata, bromo, cálcio, cério, mercúrio, níquel, zinco, sódio, etc. (tabela 5.2.).

Tabela 5.1. Análise as composições mineralógicas a lupa das amostras de concentrados dos minerais pesados das todas áreas estudadas, em unidade de grãos.

Paragens	Referência de amostragens	Au	CuFeS <sub>2</sub>	FeS <sub>2</sub>	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe(OH) 3H <sub>2</sub> O	FeTiO <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	Mg Al <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	TiO <sub>2</sub>		(Ca,Mg,Fe,Mn) <sub>3</sub> (Al,FeCr) <sub>2</sub> (SiO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	Na(Mg,Fe) <sub>3</sub> Al <sub>6</sub> (BO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> (Si <sub>6</sub> O <sub>18</sub> ) (OH) <sub>4</sub>	Zr SiO <sub>4</sub>	Ba SO <sub>4</sub>				SiO <sub>2</sub>	Composto por minerais silicatos
		Ouro	Calcopirite	Pirite	Magnetite	Hematite	Limonite	Ilmenite	Anátase	Espinela	Rutilo	Picotite	Granada	Turmalina	Zircão	Barite	Monazite	Berilo	Silex	Minerais comuns	
2ª Par	TBL - PA01	-	-	2	-	8	24	16	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	448
3ª Par	TBL - PA02	-	-	-	-	7	29	8	1	-	-	-	1	-	2	-	-	-	-	-	375
4ª Par	TBL - PA03	-	-	-	-	4	11	2	-	-	4	-	2	-	-	-	-	-	-	-	652
5ª Par	TBL - PA04	-	-	-	-	6	28	2	-	-	-	-	2	-	2	-	-	-	-	-	461
6ª Par	TBL - PA05	-	1	1	-	4	65	1-	-	-	-	-	1	-	2	-	-	-	-	-	966
7ª Par	TBL - PA06	-	-	-	2	-	3	26	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	427
8ª Par	TBL - PA07	-	-	4	-	10	64	7	3	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	682
9ª Par	TBL - PA08	-	-	-	-	5	48	12	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	898
1ª Par	TBL - PA09	-	-	4	-	9	77	19	2	-	-	-	-	-	8	-	-	-	-	-	873
11ª Par	TBL - PA010	-	-	-	-	18	79	43	3	-	-	-	2	-	7	-	-	-	-	-	433
18ª Par	ILM - PA012	-	-	4	7	14	94	63	-	-	-	-	5	-	9	-	-	-	-	-	656
19ª Par	ILM - PA013	-	3	5	6	21	89	52	-	-	-	-	8	4	15	-	10	-	4	-	265
26ª A Par	KBDAD - PA014	-	-	3	-	257	242	56	2	-	-	-	-	1	5	-	-	-	1	-	190
32ª Par	BMSM - PA015	-	-	4	-	64	25	85	4	-	-	-	47	-	5	-	-	-	-	-	124
33ª Par	BMSM - PA016	-	2	12	-	74	86	87	5	-	-	-	87	-	21	-	-	-	-	-	115
36ª Par	BMSM - PA017	-	-	23	-	59	92	92	5	-	-	-	116	-	12	-	-	-	-	-	478
38ª Par	BMSM - PA018	-	2	14	-	45	130	50	-	-	-	-	115	-	14	-	-	-	-	-	280
39ª A Par	UMSM - PA019	1	1	5	-	14	63	49	-	-	-	-	7	-	32	-	-	-	-	-	324
41ª Par	BMaSM - PA020	-	-	10	-	39	84	43	-	-	-	-	79	-	23	-	-	-	-	-	190
42ª Par	SMaSM - PA021	-	-	7	-	22	42	36	-	-	-	-	43	-	11	-	-	-	-	-	244
43ª Par	ULLM - PA022	-	-	1	-	3	16	7	-	-	-	-	-	-	16	-	-	-	-	-	169
44ª Par	ACMM - PA023	-	-	6	-	9	6-	4	-	-	-	-	6	-	8	-	-	-	-	-	294
46ª Par	ACMM - PA024	-	-	5	-	11	74	5	-	-	-	-	8	-	18	21	3	-	-	-	496
47ª Par	OCMM - PA025	-	-	-	-	-	18	-	-	-	-	-	-	-	9	-	-	-	-	-	124

Paragens	Referência de amostragens	Au	CuFeS <sub>2</sub>	FeS <sub>2</sub>	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe(OH) 3H <sub>2</sub> O	FeTiO <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	Mg Al <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	TiO <sub>2</sub>		(Ca,Mg,Fe,Mn) <sub>3</sub> (Al,FeCr) <sub>2</sub> (SiO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	Na(Mg,Fe) <sub>3</sub> Al <sub>6</sub> (BO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> (Si <sub>6</sub> O <sub>18</sub> ) (OH) <sub>4</sub>	Zr SiO <sub>4</sub>	Ba SO <sub>4</sub>				SiO <sub>2</sub>	Composto por minerais silicatos
		Ouro	Calcopirite	Pirite	Magnetite	Hematite	Limonite	Ilmenite	Anátase	Espinela	Rutilo	Picotite	Granada	Turmalina	Zircão	Barite	Monazite	Berilo	Silex	Minerais comuns	
48ª Par	OCMM - PA026	-	-	24	-	-	50	1	-	-	-	-	-	-	7	3	-	-	-	-	107
49ª Par	TCMM - PA027	-	-	11	-	-	65	-	-	-	-	-	-	-	14	-	-	-	-	-	281
50ª Par	UCMM - PA028	-	-	5	-	2	5-	1	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	155
52ª Par	UCMM - PA029	-	-	2	-	1	68	2	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	211
53ª Par	AHD - PA030	-	1	3	-	2	51	1	-	-	-	-	3	-	18	-	-	-	-	-	242
54ª Par	AHD - PA031	-	-	-	-	5	65	6	3	-	-	-	2	-	18	-	-	-	-	-	260
56ª Par	MKHD - PA032	-	-	2	-	4	138	6	-	-	-	-	1	-	9	1	-	-	-	-	284
57ª Par	MKHD - PA033	-	-	-	-	2	72	9	-	-	-	-	-	-	26	-	-	-	-	-	172
58ª Par	MKHD - PA034	-	-	-	-	2	94	9	1	10	-	-	-	-	13	-	-	-	-	-	242
59ª Par	MKHD - PA035	-	-	-	-	1	42	1	-	6	-	-	1	-	10	2	-	-	-	-	114
60ª Par	MKHD - PA036	-	-	2	-	5	111	3	-	9	-	-	3	-	12	-	-	-	-	-	225
66ª Par	MVVB-PA037	-	-	1	-	62	36	22	-	18	-	-	15	-	4	4	-	-	-	-	203
67ª Par	MVVB-PA038	-	-	-	-	71	54	63	-	-	-	-	22	-	6	-	-	-	-	-	297
68ª Par	MVVB-PA039	-	-	2	-	52	29	34	1	-	-	-	1	-	3	-	-	-	-	-	198
69ª Par	MVVB-PA040	-	-	5	-	56	30	38	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	113
70ª Par	MVVB-PA041	-	-	9	96	21	87	7	-	40	-	37	6	-	7	6	-	-	2	-	270
71ª Par	LLLM - PA042	-	-	-	4	1	15	-	-	2	-	1	3	-	7	-	-	-	-	-	144
72ª Par	LLLM - PA043	-	-	1	1	-	15	-	-	-	-	2	2	-	7	-	-	-	-	-	85
73ª Par	LCLM - PA044	-	-	1	2	-	18	-	-	1	-	-	4	-	7	-	-	-	-	-	86
74ª Par	LCLM - PA045	-	-	-	-	1	12	-	-	-	-	-	2	-	6	-	-	-	-	-	70

Tabela 5.2. Os resultados da análise geoquímica das amostras de concentrados dos minerais pesados das todas áreas estudadas (reportado em 08 de Novembro de 2011).

Elementos químicos	Au	Ag	As	Ba	Br	Ca	Co	Cr	Cs	Fe	Hf	Hg	Ir	Mo	Na	Ni	Rb	Sb	Sc	Se	Sr	Ta	Th	U	W	Zn	La	Ce	Nd	Sm	Eu	Tb	Yb	Lu	Mass	
Símbolo da Unidade	Ouro	Prata	Arsênio	Bário	Bromo	Cálcio	Cobalto	Cromo	Césio	Ferro	Háfnio	Mercurio	Iridio	Molidénio	Sódio	Níquel	Rubídio	Antimônio	Escândio	Selênio	Estrôncio	Tantálio	Tório	Urânio	Tungstênio	Zinco	Lantânio	Cério	Neodímio	Samário	Európio	Térbio	Íterbio	Lutécio		
Limite de Detecção	5	5	2	200	5	1	5	10	2	0.02	1	5	50	20	0.05	200	50	0.2	0.1	20	0.2	1	0.5	0.5	4	200	1	3	10	0.1	0.2	2	0.2	0.05		
Método de Análise	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA	
TBL-PA01	< 5	< 5	27	< 200	24	< 1	22	50	8	7,02	22	< 5	< 50	< 20	0,72	< 200	200	1,5	12,8	< 20	< 0,2	< 1	16,2	4,8	< 4	< 200	39	108	40	6,4	1,7	2	4,6	0,64	9,08	
TBL-PA02	< 5	< 5	30	500	< 5	< 1	25	60	7	7	26	< 5	< 50	< 20	0,72	< 200	140	1,4	13,7	< 20	< 0,2	< 1	17,1	5	< 4	< 200	38	88	< 10	6,5	1,7	< 2	5,4	0,86	8,56	
TBL-PA03	< 5	< 5	19	< 200	< 5	< 1	8	50	10	5,15	23	< 5	< 50	< 20	0,83	< 200	120	0,9	12,5	< 20	< 0,2	< 1	14,9	5,7	< 4	< 200	36	98	40	6,5	1,3	< 2	4,4	0,68	8,8	
TBL-PA04	< 5	< 5	23	600	< 5	< 1	21	80	9	6,79	22	< 5	< 50	< 20	0,77	< 200	210	1	14,8	< 20	< 0,2	< 1	16,3	6,3	< 4	< 200	41	97	40	6,7	1,9	< 2	5	0,68	10,3	
TBL-PA05	< 5	< 5	16	< 200	22	< 1	11	40	8	4,23	12	< 5	< 50	< 20	0,68	< 200	100	0,7	10,7	< 20	< 0,2	< 1	14,8	4,9	< 4	< 200	30	82	< 10	4,4	1	< 2	3,1	0,55	10,1	
TBL-PA06	< 5	< 5	21	< 200	< 5	< 1	18	70	7	5,87	11	< 5	< 50	< 20	0,81	< 200	< 50	1,5	14	< 20	< 0,2	5	15,2	4,5	< 4	< 200	36	100	< 10	6,1	1,2	< 2	3,6	0,52	9,95	
TBL-PA07	< 5	< 5	13	700	< 5	< 1	14	60	7	4,72	14	< 5	< 50	< 20	0,66	< 200	140	0,8	10,4	< 20	< 0,2	< 1	13,6	5,4	< 4	< 200	32	74	20	4,7	0,8	< 2	3,4	0,65	10,1	
TBL-PA08	< 5	< 5	15	700	< 5	< 1	11	40	6	3,88	6	< 5	< 50	< 20	0,68	< 200	130	0,7	10,4	< 20	< 0,2	< 1	14,8	< 0,5	< 4	< 200	29	82	20	4,6	< 0,2	< 2	3,2	0,52	9,32	
TBL-PA09	< 5	< 5	23	600	< 5	< 1	21	50	6	6,62	28	< 5	< 50	< 20	0,85	< 200	250	1,1	16,6	< 20	< 0,2	< 1	21,2	6,9	< 4	300	50	124	60	8,4	1	< 2	5,9	1,08	6,49	
TBL-PA10	< 5	< 5	28	600	< 5	< 1	25	60	8	6,6	24	< 5	< 50	< 20	0,68	< 200	130	1,8	14,2	< 20	< 0,2	< 1	16	2,8	< 4	< 200	40	78	20	6,7	1,6	< 2	4,8	0,75	2,09	
KILM-PA011	49	< 5	285	< 200	< 5	< 1	68	2870	5	17,9	4	< 5	< 50	< 20	0,77	< 200	< 50	2,9	27,2	< 20	< 0,2	6	7,6	< 0,5	< 4	300	28	70	< 10	6,5	2	< 2	4,8	0,73	8,53	
ILM-PA012	< 5	< 5	50	3800	19	7	28	520	7	10,7	5	< 5	< 50	< 20	0,62	< 200	< 50	1,5	25,4	< 20	< 0,2	< 1	10,5	< 0,5	< 4	< 200	30	65	< 10	6,5	1,9	< 2	3,8	0,61	10,6	
ILM-PA013	48	< 5	130	24700	10	< 1	52	900	8	21,7	7	< 5	< 50	< 20	0,54	< 200	< 50	2,1	22	< 20	< 0,2	< 1	9,6	< 0,5	< 4	800	27	62	70	5,5	1,7	< 2	3,4	0,67	7,18	
KBDAD-PA014	1060	< 5	< 2	< 200	< 5	4	72	120	< 2	26,1	24	< 5	< 50	< 20	0,25	< 200	< 50	0,9	24,9	< 20	< 0,2	16	1,9	< 0,5	< 4	300	7	24	30	2,6	1,3	< 2	4,3	0,78	12,4	
BMSM-PA015	165	< 5	22	< 200	< 5	< 1	70	450	< 2	25,1	5	< 5	< 50	< 20	0,33	< 200	< 50	< 0,2	45,1	< 20	< 0,2	4	6,5	< 0,5	< 4	< 200	18	47	< 10	5,9	2	< 2	13,8	2,14	14,2	
BMSM-PA016	< 5	< 5	18	700	< 5	3	73	380	< 2	27,7	6	< 5	< 50	< 20	0,35	< 200	< 50	< 0,2	48,9	< 20	< 0,2	6	6,5	< 0,5	< 4	< 200	18	65	40	6	1,9	< 2	15,4	2,28	14,2	
BMSM-PA017	< 5	< 5	32	1200	< 5	10	77	470	< 2	27,2	5	< 5	< 50	< 20	0,6	< 200	< 50	< 0,2	48,4	< 20	< 0,2	< 1	6	< 0,5	< 4	< 200	20	61	< 10	6,8	2,2	< 2	15,5	2,24	10,3	
BMSM-PA018	< 5	< 5	39	1300	< 5	< 1	67	590	< 2	26,9	8	< 5	< 50	< 20	0,3	< 200	< 50	0,7	50,4	< 20	< 0,2	6	7,3	< 0,5	< 4	< 200	20	72	< 10	6,8	2,3	2	18,5	2,66	9,56	
UMSM-PA019	< 5	< 5	8	< 200	< 5	< 1	35	160	5	18,5	9	< 5	< 50	< 20	0,76	< 200	< 50	0,6	39,6	< 20	< 0,2	12	17,6	5,1	< 4	< 200	48	94	20	9,7	2,3	< 2	8,9	0,1	2,38	
BMASM-PA20	< 5	< 5	24	1000	< 5	7	54	500	< 2	21,5	5	< 5	< 50	< 20	0,41	< 200	80	1,2	44,4	< 20	< 0,2	< 1	6,1	< 0,5	< 4	< 200	20	52	< 10	6,2	2	< 2	14,8	1,9	14,5	
SMASM-PA21	< 5	< 5	33	900	< 5	< 1	79	530	5	23,9	6	< 5	< 50	< 20	0,67	< 200	< 50	0,8	46,2	< 20	< 0,2	3	5,2	4,4	< 4	< 200	19	41	20	5,7	1,8	< 2	13,3	1,24	2,43	
ULLM-PA22	< 5	< 5	11	300	< 5	< 1	23	90	4	9,09	9	< 5	< 50	< 20	1,75	800	140	< 0,2	15,3	< 20	< 0,2	7	14,5	3,7	6	< 200	41	78	20	7,9	1,9	< 2	4,4	0,78	2,16	
SLMM-PA23	< 5	< 5	72	20000	< 5	< 1	47	1150	5	11,2	9	< 5	< 50	< 20	1,11	< 200	120	1,4	19,6	< 20	< 0,2	< 1	8,1	3,6	< 4	200	29	54	10	5,3	< 0,2	< 2	2,9	0,47	2,35	
ACMM-PA24	14	12	63	13300	< 5	6	43	800	5	10,3	7	< 5	< 50	< 20	1,09	600	80	1,3	23,3	< 20	< 0,2	3	8,4	3,1	< 4	< 200	31	66	20	6,3	1,9	< 2	3,3	0,56	2,29	
DCMM-PA25	< 5	< 5	42	1200	< 5	7	23	60	6	6,18	4	< 5	< 50	< 20	0,86	< 200	90	1,2	15,9	< 20	< 0,2	< 1	12,2	< 0,5	< 4	300	33	67	20	6,7	1,4	< 2	2,6	0,47	1,92	

Elementos químicos	Au	Ag	As	Ba	Br	Ca	Co	Cr	Cs	Fe	Hf	Hg	Ir	Mo	Na	Ni	Rb	Sb	Sc	Se	Sr	Ta	Th	U	W	Zn	La	Ce	Nd	Sm	Eu	Tb	Yb	Lu	Mass	
Símbolo da Unidade	Ouro	Prata	Arsênio	Bário	Bromo	Cálcio	Cobalto	Cromo	Césio	Ferro	Háfnio	Mercurio	Iridio	Molibdénio	Sódio	Níquel	Rubídio	Antimônio	Escândio	Selênio	Estrôncio	Tantálio	Tório	Urânio	Tungstênio	Zinco	Lantânio	Cério	Neodímio	Samário	Európio	Térbio	Íterbio	Lutécio		
Limite de Detecção	5	5	2	200	5	1	5	10	2	0.02	1	5	50	20	0.05	200	50	0.2	0.1	20	0.2	1	0.5	0.5	4	200	1	3	10	0.1	0.2	2	0.2	0.05		
Método de Análise	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA	
DCMM-PA26	42	< 5	256	18100	7	< 1	54	80	5	13,9	8	< 5	< 50	< 20	0,69	< 200	80	5,7	12,4	< 20	< 0,2	< 1	8,8	< 0,5	< 4	400	26	48	< 10	5,2	< 0,2	< 2	2,2	0,35	2,29	
TCMM-PA27	< 5	< 5	76	3500	< 5	< 1	22	70	8	7,95	5	< 5	< 50	< 20	0,84	< 200	< 50	2,3	16,3	< 20	< 0,2	< 1	11,3	< 0,5	< 4	400	31	82	< 10	6,5	1,4	< 2	2,6	0,49	5,95	
ULMM-PA28	< 5	< 5	149	3300	< 5	< 1	48	610	< 2	16,3	10	< 5	< 50	< 20	0,87	< 200	< 50	2	15,7	< 20	< 0,2	< 1	10,9	< 0,5	< 4	200	35	89	< 10	6,8	< 0,2	< 2	3,5	0,74	5,74	
ULMM-PA29	< 5	< 5	67	1300	< 5	6	28	160	5	6,78	6	< 5	< 50	< 20	0,92	< 200	< 50	1,8	15,5	< 20	< 0,2	< 1	11,2	3	< 4	< 200	39	80	30	6,8	1,3	< 2	2,9	0,45	1,93	
AHD-PA30	< 5	< 5	70	< 200	< 5	< 1	18	70	< 2	7,86	10	< 5	< 50	< 20	0,48	< 200	220	73,4	12,1	< 20	< 0,2	< 1	19,2	< 0,5	< 4	< 200	41	103	40	7,3	1,4	< 2	4,3	0,65	8,99	
AHD-PA31	< 5	< 5	95	< 200	< 5	< 1	24	50	6	9,99	33	< 5	< 50	< 20	0,42	< 200	100	325	10,1	< 20	< 0,2	< 1	20,1	6,2	10	< 200	53	98	20	8,8	1,9	< 2	7,3	1,04	2,05	
MKHD-PA32	< 5	< 5	99	500	< 5	< 1	37	70	7	12,9	17	< 5	< 50	< 20	0,67	< 200	170	12,6	22,1	< 20	< 0,2	6	23,2	5,1	< 4	200	81	153	50	13,9	2,9	< 2	6,5	1,03	2,25	
MKHD-PA33	< 5	< 5	79	400	< 5	< 1	26	70	8	7,88	10	< 5	< 50	< 20	0,67	500	110	11,3	15,5	< 20	< 0,2	3	21,3	2,7	< 4	< 200	54	108	40	8,9	1,6	< 2	4,7	0,72	1,96	
MKHD-PA34	40	< 5	89	< 200	< 5	< 1	40	80	8	13,1	10	7	< 50	< 20	0,71	< 200	100	10,5	25,4	< 20	< 0,2	6	19,5	3,9	< 4	200	58	109	30	10,6	2,5	< 2	6,5	0,89	2,18	
MKHD-PA35	< 5	< 5	33	500	< 5	< 1	33	80	5	8,97	9	< 5	< 50	< 20	0,95	< 200	110	2,1	21,4	< 20	< 0,2	5	21,8	3,6	6	< 200	59	107	40	10,2	2,1	2	5,9	0,83	2,05	
MKHD-PA36	36	< 5	112	900	< 5	< 1	50	70	5	14,4	11	< 5	< 50	< 20	0,66	< 200	130	13	27,6	< 20	< 0,2	6	19,5	3,1	< 4	< 200	64	135	40	12,4	2,7	< 2	7	1,16	2,2	
MVVB-PA37	< 5	< 5	12	4200	< 5	5	82	19200	< 2	20,8	87	< 5	< 50	< 20	0,67	< 200	80	0,6	21,8	< 20	< 0,2	5	4,4	4,1	< 4	200	27	71	20	7,6	2,3	< 2	12,2	1,64	2,4	
MVVB-PA38	24	< 5	10	1100	< 5	< 1	117	35800	< 2	18,5	119	< 5	< 50	< 20	0,45	1100	< 50	< 0,2	18,7	< 20	< 0,2	< 1	< 0,5	< 0,5	< 4	600	33	139	< 10	9,6	4,3	< 2	18	3,55	9,13	
MCVB-PA39	< 5	< 5	18	3300	< 5	4	55	11500	< 2	15,9	45	< 5	< 50	< 20	1	< 200	< 50	0,6	25,2	< 20	< 0,2	< 1	6	< 0,5	< 4	300	25	98	30	9,7	3,4	< 2	11,9	1,91	12,2	
MVVB-PA40	198	< 5	13	6800	< 5	5	66	15400	< 2	23,2	125	< 5	< 50	< 20	0,67	< 200	< 50	< 0,2	25,3	< 20	< 0,2	6	14,1	< 0,5	< 4	300	43	152	50	12,5	4,1	4	21,4	3,7	12,3	
MVVB-PA41	87	< 5	14	4100	< 5	5	64	13500	< 2	23,8	109	< 5	< 50	< 20	0,78	< 200	< 50	< 0,2	26,4	< 20	< 0,2	9	7,3	< 0,5	< 4	400	27	90	< 10	10,3	4,6	< 2	19,4	3,32	12,5	
LLLM-PA42	< 5	< 5	36	3300	< 5	6	22	1080	5	8,65	10	< 5	< 50	< 20	1,29	< 200	< 50	1	19,6	< 20	< 0,2	< 1	10	< 0,5	< 4	200	30	68	< 10	6,1	1,6	< 2	4,7	0,79	10,6	
LLLM-PA43	< 5	< 5	42	4900	< 5	< 1	25	1140	6	10,1	9	< 5	< 50	< 20	1,27	500	< 50	1,2	20,4	< 20	< 0,2	4	10,9	< 0,5	< 4	300	31	66	< 10	6,7	< 0,2	< 2	5	0,84	10,9	
LCLM-PA44	1160	10	44	6000	< 5	< 1	26	1220	5	9,8	16	< 5	< 50	< 20	1,12	< 200	< 50	1,5	18,3	< 20	< 0,2	< 1	11,1	< 0,5	< 4	< 200	33	92	40	6,7	2	< 2	5,5	0,73	11,6	
LCLM-PA45	< 5	< 5	48	4000	< 5	7	24	870	4	8,63	6	< 5	< 50	< 20	1,27	< 200	140	1,3	18	< 20	< 0,2	< 1	11	< 0,5	< 4	200	25	66	< 10	5,5	1,2	< 2	3,6	0,72	11,1	

Na análise estatística aos dados geoquímicos das todas áreas estudadas mostra que os valores de concentrações médias ( $X$ ) de elementos químicos de ouro são 243,6 ppb (partes por bilhões), ferro são de 13,4%, e enquanto de prata, arsênio, cobalto, cromo, ferro, níquel, antimônio, urânio, zinco, etc., são várias entre 4,5 até ao 2472,7 ppm, como se mostram na tabela 5.3., abaixo. E os valores de desvios padrões ( $\sigma$ ) de ouro são 409,1 ppb e outros elementos químicos são vários entre 0,9 até aos 6648,3 da unidade de percentagem e ppm (ver na tabela 5.4.).

Tabela 5.3. Os resultados dos cálculos de concentrações médias ( $X$ ) para cada elemento químico

Elementos químicos	Os valores de concentrações médias ( $X$ , em unidade de percentagens, ppb e ppm)
Ouro (Au)	243,6
Prata (Ag)	11
Arsênio (As)	54,7
Cobalto (Co)	41,1
Crómio (Cr)	2472,7
Ferro (Fe)	13,4
Níquel (Ni)	700
Antimónio (Sb)	12,9
Urânio (U)	4,5
Zinco (Zn)	321,1
Cálcio (Ca)	5,9
Sódio (Na)	0,8
Rubídio (Rb)	132,1
Bário (Ba)	4067,6
Bromo (Br)	16,4
Háfio (Hf)	21,2
Escândio (Sc)	22,5
Tantálio (Ta)	6,2
Tório (Th)	12,5
Tungstênio (W)	7,3
Lantânio (La)	35
Cério (Ce)	84,5
Neodímio (Nd)	32,9

Elementos químicos	Os valores de concentrações médias
Samário (Sm)	7,3
Európio (Eu)	2,0
Térbio (Tb)	2,5
Ítérbio (Yb)	7,3
Lutécio (Lu)	1,1

Tabela 5.4. Os resultados dos cálculos de desvios padrões para cada elemento químico.

Elementos Químicos	Os valores de desvios padrões ( $\sigma$ , em unidade de percentagem, ppb, e ppm)
Ouro (Au)	409,1
Prata (Ag)	1,4
Arsênio (As)	58,6
Cobalto (Co)	24,2
Crómio (Cr)	6648,3
Ferro (Fe)	7,4
Níquel (Ni)	255,0
Antimónio (Sb)	53,3
Urânio (U)	1,2
Zinco (Zn)	154,8
Cálcio (Ca)	1,7
Sódio (Na)	0,3
Rubídio (Rb)	47,1
Bário (Ba)	5984,2
Bromo (Br)	7,5
Háfnio (Hf)	29,7
Escândio (Sc)	11,4
Tantálio (Ta)	3,2
Tório (Th)	5,4
Tungstênio (W)	2,3
Lantânio (La)	13,8
Cério (Ce)	28,0
Neodímio (Nd)	14,1
Samário (Sm)	2,3
Európio (Eu)	0,9

Elementos	Os valores de desvios padrões
Térbio (Tb)	1
Ítérbio (Yb)	5,3
Lutécio (Lu)	0,9

### 5.1.1. Área de Tibar

Prospecção geológica em levantamento temático dos recursos minerais metálicos na área de Tibar, foi efectuada no rio e seu ramo de Belay, aldeia de Massoi, com largura vária entre 40 até aos 70 passos, forma U, e inclui-se a estadia de maduro. Estes rios alargavam-se as larguras deles em 2006, pela alta energia de corrente de água causada pelo clima extremo durante 4 anos e responsáveis a deposições dos fragmentos e partículas maioria de tamanho de cascalhos até a calhaus (ver na tabela 5.5., gráfico 5.1., e fotografia 5.2.), dos materiais meteorizados e de erodidos dos minerais e das rochas mais antigas que foram instaladas e depositados nesta região, como: quartzos e minerais associados, xistos, gnaisses, grés, xistos verdes, pouco anfíbolitos e rochas ígneas básicas a ultrabásicas.

Tabela 5.5. Percentagens de granulometria dos fragmentos e partículas dos sedimentos aluvianos da área de Tibar.

Peso médio início = 1746,668 gramas		
Tamanho dos grãos de fragmentos e partículas (Ø) - (em micrómetros)	Pesos médios (em gramas)	Percentagem de pesos médios (%)
<150	46,887	2
150 - 500	137,577	7
500 - 2000	422,235	22
> 2000	1338,317	69
Σ	1945,02	100

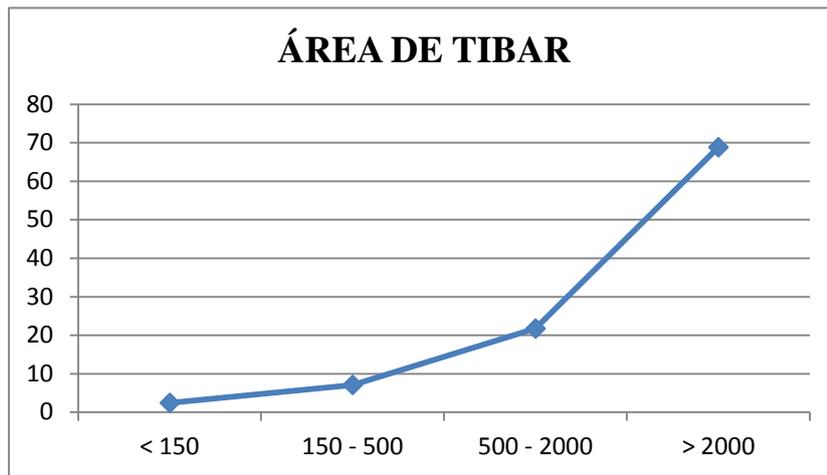


Gráfico 5.1. Curva granulometria que corresponde à tabela 5.5 acima, da área estudada de Tibar.



Fotografia 5.2. Mostra o rio que foi aumentar largura dele durante 4 anos atrás, e os fragmentos e partículas de cascalhos até a calhaus dos materiais meteorizados e erodidos das rochas mais antigas nesta região.

Os materiais meteorizados e erodidos que depositaram-se nestes rios, além de quartzos, trouxeram também alguns minerais importantes, significativos e indicadores que indicam as presenças de algumas ocorrências dos minérios valiosos nesta região, como: nódulos de limonite em cascalhos que provavelmente de pirite. Enquanto, através da análise as composições mineralógicas a lupa de cada amostra de concentrado, mostra as presenças dos minerais cobre associado com pirite ou calcopirite, hematite, limonite, ilmenite, anatase, granada e turmalina., na quantidade que mais ou menos 15% de total sedimentos das amostras colhidas (como se mostram na tabela 5.6).

Tabela 5.6. As composições mineralógicas para cada amostra de concentração dos minerais pesados, através da análise mineralógica a lupa binocular.

Composições mineralógicas	Calco pirite	Pirite	Magnetite	Hematite	Limonite	Ilmenite	Anatase	Granada	Rutilo	Turmalina	Minerais comuns ou silicatos
Referência de amostragens											
TBL - PA01	-	2	-	8	24	16	-	-	-	-	250
TBL - PA02	-	-	-	7	29	8	1	1	-	-	429
TBL - PA03	-	-	-	4	11	2	-	2	4	-	652
TBL - PA04	-	-	-	6	28	2	-	2	-	-	463
TBL - PA05	1	1	-	4	65	1-	-	1	-	-	968
TBL - PA06	-	-	2	-	3	26	-	-	-	-	431
TBL - PA07	-	4	-	10	64	7	3	-	-	-	687
TBL - PA08	-	-	-	5	48	12	-	-	-	-	902
TBL - PA09	-	4	-	9	77	19	2	-	-	-	881
TBL - PA010	-	-	-	18	79	43	3	2	-	-	440
KBDAD - PA014	-	3	-	257	242	56	2	-	-	1	196

Na análise geoquímica mostra que os elementos químicos mais valiosos e importantes, como: Au, Ag, As, Co, Cr, Fe, Ni, Sb, U, e Zn., mais abundantes são encontrados na região de Bairopiete – Kakaulidun, ou no local de amostra colhida de KBDAD – PA014, onde os valores de concentrações atingem até aos 1060

ppb de ouro (como se mostra na tabela 5.7). Enquanto, nas outras paragens da área de Tibar, os valores de concentrações são suficientes ou nos níveis médios e alguns inferiores de limite da detecção.

Tabela 5.7. Os resultados da análise geoquímica das amostras de concentrações das áreas de Tibar e circundantes.

Elementos químico	Au	Ag	As	Co	Cr	Fe	Ni	Sb	U	Zn
	Ouro	Prata	Arsênio	Cobalto	Cromo	Ferro	Níquel	Antimônio	Urânio	Zinco
Símbolo da Unidade	ppb	ppm	ppm	ppm	ppm	%	ppm	ppm	ppm	ppm
Limite de Detecção	5	5	2	5	10	0.02	200	0.2	0.5	200
Método de Análise	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA
TBL-PA01	<5	<5	27	22	50	7,02	<200	1,5	4,8	<200
TBL-PA02	<5	<5	30	25	60	7	<200	1,4	5	<200
TBL-PA03	<5	<5	19	8	50	5,15	<200	0,9	5,7	<200
TBL-PA04	<5	<5	23	21	80	6,79	<200	1	6,3	<200
TBL-PA05	<5	<5	16	11	40	4,23	<200	0,7	4,9	<200
TBL-PA06	<5	<5	21	18	70	5,87	<200	1,5	4,5	<200
TBL-PA07	<5	<5	13	14	60	4,72	<200	0,8	5,4	<200
TBL-PA08	<5	<5	15	11	40	3,88	<200	0,7	<0.5	<200
TBL-PA09	<5	<5	23	21	50	6,62	<200	1,1	6,9	300
TBL-PA10	<5	<5	28	25	60	6,6	<200	1,8	2,8	<200
KBDAD-PA014	1060	<5	<2	72	120	26,1	<200	0,9	<0.5	300

A análise espacial apresenta as localizações de distribuições das composições mineralógicas e dos elementos químicos importantes e mais abundantes nas áreas estudadas de Tibar e circundantes, que foi analisado e feito pelo programa de ArcGIS.

Os grupos de distribuições das composições mineralógicas, foram classificados em três, são: pouco, médio e muito. Destas classificações baseados ao número total de grãos dos minerais pesados ou valiosos

que têm, e depois dividido em três. Enquanto, as classificações dos elementos químicos foram classificadas através da análise pelo programa de ArcGIS (como se mostram nos mapas de distribuições dos componentes mineralógicos e elementos químicos da área de Tibar, nos anexos).

As abundâncias dos minerais como hematite, limonite e ilmenite na 26 A paragem correspondem às presenças dos elementos químicos de ferro, crómio e zinco dos dados geoquímicos, através da análise espacial.

Os componentes mineralógicos e elementos químicos em que os números de concentrações nas suas presenças nos locais de amostras colhidas são sempre muito baixo ou inferiores de limite da detecção ou não muito importante ou significativos, não se apresentam nos mapas de distribuições.

O objectivo principal na aplicação de técnica da análise estatística às informações das composições mineralógicas e elementos químicos das amostras colhidas são para conhecer o melhor possível algumas das características das variáveis numéricas de um depósito mineral e para saber as distribuições dos elementos químicos e mineralógicos, são distribuídos ou concentrados (Modificado de Catarino, 2009), como por exemplo: o seu teor em substância útil., através de medir e calcular os valores de concentrações médias ( $\bar{X}$ ) e a dispersão dos valores em torno da sua média ou designado por desvio padrões ( $\sigma$ ).

Se o valores de desvios padrões da parte geoquímica ou mineralógica inferior de concentrações médias, indicam que as distribuições dos elementos ou componentes são concentrados e têm possibilidades a explorar., e enquanto  $\sigma$  superior de  $\bar{X}$ , indicam as distribuições deles são distribuídos e não há possibilidades a explorar.

Nas calculações estatísticas dos componentes mineralógicos mostram que as distribuições de calcopirite, pirite, magnetite e rutilo são concentrados, interpretada pelos valores de  $\sigma$  são inferior de  $\bar{X}$ .

enquanto, as distribuições de hematite, limonite, ilmenite, anatase, granada e turmalina são distribuídos (ver nas tabelas 5.8 e 5.9).

Da parte geoquímica mostra que os elementos químicos como: ouro e crómio apresentam os valores de  $\bar{X}$  iguais aos 1060 ppb e 61,8 ppm, enquanto  $\sigma$  iguais ao 0 ppb até aos 22,7 ppm. Destes resultados indicam que as distribuições destes elementos químicos são concentrados e têm possibilidades a explorar., como se mostram nas tabelas 5.10 e 5.11.

Tabela 5.8. Cálculo de concentrações médias para cada componente mineralógico.

Composições Mineralógicas	Os valores de concentrações médias ( $\bar{X}$ , em unidade de grãos)
Calcopirite (CuFeS <sub>2</sub> )	1,0
Pirite (FeS <sub>2</sub> )	2,8
Magnetite (Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> )	2,0
Hematite (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	32,8
Limonite (Fe(OH) <sub>3</sub> ·3H <sub>2</sub> O)	60,9
Ilmenite (FeTiO <sub>3</sub> )	18,3
Anatase (TiO <sub>2</sub> )	2,2
Granada ((Ca,Mg,Fe,Mn) <sub>3</sub> (Al,FeCr) <sub>2</sub> (SiO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> )	1,6
Turmalina (Na (Mg,Fe) <sub>3</sub> Al <sub>6</sub> (BO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> (Si <sub>6</sub> O <sub>18</sub> ) (OH) <sub>4</sub> )	1,0
Rutilo (TiO <sub>2</sub> )	4,0

Tabela 5.9. Cálculo dos desvios padrões para cada componente mineralógico.

Composições Mineralógicas	Os valores de desvios padrões ( $\sigma$ , em unidade de grãos)
Calcopirite (CuFeS <sub>2</sub> )	0,0
Pirite (FeS <sub>2</sub> )	1,3
Magnetite (Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> )	0,0
Hematite (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	78,9
Limonite (Fe(OH) <sub>3</sub> H <sub>2</sub> O)	65,5
Ilmenite (FeTiO <sub>3</sub> )	17,2
Anatase (TiO <sub>2</sub> )	0,8
Granada ((Ca,Mg,Fe,Mn) <sub>3</sub> (Al,FeCr) <sub>2</sub> (SiO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> )	0,5
Turmalina (Na (Mg,Fe) <sub>3</sub> Al <sub>6</sub> (BO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> (Si <sub>6</sub> O <sub>18</sub> ) (OH) <sub>4</sub> )	0,0
Rutilo (TiO <sub>2</sub> )	0,0

Tabela 5.10. Calculo de concentrações médias para cada elemento químico.

Elementos Químicos	Os valores de concentrações médias (X, em unidade de percentagens, ppb, e ppm)
Ouro (Au)	1060,0
Prata (Ag)	<5
Arsênio (As)	21,5
Cobalto (Co)	22,5
Cromo (Cr)	61,8
Ferro (Fe)	7,6
Níquel (Ni)	<200
Antimónio (Sb)	1,1
Urânio (U)	5,1
Zinco (Zn)	300,0

Tabela 5.11. Cálculo dos desvios padrões para cada elemento.

Elementos Químicos	Os valores de desvios padrões ( $\sigma$ , em unidade de percentagens, ppb, e ppm)
Ouro (Au)	0,0
Prata (Ag)	0,0
Arsênio (As)	5,8
Cobalto (Co)	17,4
Cromo (Cr)	22,7
Ferro (Fe)	6,2
Níquel (Ni)	0,0
Antimônio (Sb)	0,4
Urânio (U)	1,2
Zinco (Zn)	0,0

Última análise estatística multivariada que utilizada a descrever algumas características das variáveis numéricas de um depósito mineral de dados geológicos é cluster ou agrupamentos, é classificar os valores de uma matriz dos dados sob estudo de composições mineralógicas e elementos químicos em grupos discretos na interpretação a origem dos sedimentos aluvionares., como por exemplo: se nas calculações mostram que os valores que superiores de 0,8 até ao 1 indicam as correlações deles fortes positivas ou os sedimentos aluvionares ou os elementos químicos e componentes mineralógicos são originados dos mesmos materiais geológicos (rochas ou litológicos) e dos mesmos minerais ou idênticos; as relações das rochas origens que mais ou menos idênticas, indicados pelos valores de 0,5 até a 0,8; e se inferior de 0,5 até a -1 são correlações fortes negativas ou as origens delas são diferentes (Modificado de Landim, et al., 2002).

Após calculados os coeficientes de correlação de Pearson (R) para os diferentes locais e componentes ou elementos, como representados nas tabelas 5.12, 5.13, 5.14 e 5.15, abaixo.

Para os diferentes locais, da parte mineralógica, notar que as relações entre amostras que têm os valores dos níveis de matriz que superior de 0,8 até a 1, são muito fortes (positivas) ou idênticas, em que

apresentam as semelhanças das rochas origens dos materiais meteorizados e erodidos que foram depositados nestes locais. E além disso, existe também as relações entre as amostras que são muito fortes (negativas), onde têm mesmos valores dos níveis de matriz de -1, estas correlações indicam que os materiais soltos são originados das diferenças rochas, como as rochas máficas e félsicas.

Enquanto, nas calculações de coeficientes de correlação de Pearson (R) para os diferentes locais da parte químicas, as relações entre os locais das amostras colhidas maioria ou todas são idênticas, como: entre TBL – PA01 e 02, entre TBL – PA01 e 03, etc., ou têm mesmos valores dos níveis de matriz que é superior de 0,8 até a 1, indicam que os sedimentos aluvionares são originados dos mesmos materiais geológicos.

As relações entre os componentes ou os elementos nas calculações da análise de cluster ou agrupamentos mostram que as correlações entre eles maioria são infinito ou desconhecido. Mas, as relações entre hematite e limonite, anatase e granada, arsênio com cobalto, ferro e antimônio, e entre crómio e ferro, são idênticas e muito forte (positivas), com níveis de matriz igual aos 0,8 até a 1, e indicam que estes componentes ou elementos são originados das rochas ou minerais semelhantes.

Tabela 5.12. Coeficientes de correlação de Pearson (R), para os diferentes locais, a partir da análise mineralógica.

Referências de amostragens	TBL-PA01	TBL-PA02	TBL-PA03	TBL-PA04	TBL-PA05	TBL-PA06	TBL-PA07	TBL-PA08	TBL-PA09	TBL-PA10	KBDAD-PA014
TBL-PA01	1,000										
TBL-PA02	<b>0,885</b>	1,000									
TBL-PA03	0,741	<b>0,965</b>	1,000								
TBL-PA04	0,786	<b>0,971</b>	<b>0,997</b>	1,000							
TBL-PA05	<b>0,868</b>	<b>0,986</b>	<b>0,963</b>	<b>0,977</b>	1,000						
TBL-PA06	<b>-1,000</b>	<b>-1,000</b>	<b>-1,000</b>	<b>-1,000</b>	<b>-1,000</b>	1,000					
TBL-PA07	<b>0,820</b>	<b>0,984</b>	<b>0,986</b>	<b>0,995</b>	<b>0,992</b>	<b>-1,000</b>	1,000				
TBL-PA08	<b>0,932</b>	<b>0,994</b>	<b>0,934</b>	<b>0,957</b>	<b>0,998</b>	<b>-1,000</b>	<b>0,980</b>	1,000			
TBL-PA09	<b>0,897</b>	<b>0,993</b>	<b>0,939</b>	<b>0,961</b>	<b>0,998</b>	<b>-1,000</b>	<b>0,985</b>	<b>1,000</b>	1,000		
TBL-PA10	<b>0,995</b>	<b>0,955</b>	<b>0,829</b>	<b>0,845</b>	<b>0,920</b>	<b>-1,000</b>	<b>0,886</b>	<b>0,964</b>	<b>0,951</b>	1,000	
KBDAD-PA014	0,483	0,632	0,621	0,565	0,527	-1,000	0,647	0,300	0,600	0,484	1,000

Tabela 5.13. Coeficientes de correlação de Pearson (R), para os diferentes diferentes componentes minerais, a partir da análise mineralógica.

Composições Mineralógicas	Calcopirite	Pirite	Magnetite	Hematite	Limonite	Ilmenite	Anatase	Granada	Turmalina	Rutilo
Calcopirite	<b>0,00</b>									
Pirite		1,00	<b>0,00</b>	0,10	0,18	0,11	0,50	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
Magnetite			<b>0,00</b>							
Hematite				1,00	<b>0,94</b>	0,78	-0,11	0,36	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
Limonite					1,00	0,76	0,06	-0,15	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
Ilmenite						1,00	0,21	0,21	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
Anatase							1,00	<b>1,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
Granada								1,00	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
Turmalina									<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
Rutilo										<b>0,00</b>

Tabela 5.14. Coeficientes de correlação de Pearson (R) para os diferentes locais da análise química.

Referências de amostragens	TBL-PA01	TBL-PA02	TBL-PA03	TBL-PA04	TBL-PA05	TBL-PA06	TBL-PA07	TBL-PA08	TBL-PA09	TBL-PA10	KBDAD-PA014
TBL-PA01	1,000										
TBL-PA02	<b>0,999</b>	1,000									
TBL-PA03	<b>0,949</b>	<b>0,956</b>	1,000								
TBL-PA04	<b>0,960</b>	<b>0,969</b>	<b>0,985</b>	1,000							
TBL-PA05	<b>0,977</b>	<b>0,982</b>	<b>0,992</b>	<b>0,993</b>	1,000						
TBL-PA06	<b>0,963</b>	<b>0,972</b>	<b>0,986</b>	<b>1,000</b>	<b>0,994</b>	1,000					
TBL-PA07	<b>0,934</b>	<b>0,946</b>	<b>0,978</b>	<b>0,997</b>	<b>0,983</b>	<b>0,995</b>	1,000				
TBL-PA08	<b>0,978</b>	<b>0,984</b>	<b>0,991</b>	<b>0,996</b>	<b>1,000</b>	<b>0,997</b>	<b>0,986</b>	1,000			
TBL-PA09	<b>0,994</b>	<b>0,997</b>	<b>0,963</b>	<b>0,979</b>	<b>0,988</b>	<b>0,980</b>	<b>0,962</b>	<b>0,988</b>	1,000		
TBL-PA10	<b>0,997</b>	<b>0,999</b>	<b>0,953</b>	<b>0,972</b>	<b>0,981</b>	<b>0,975</b>	<b>0,951</b>	<b>0,987</b>	<b>0,995</b>	1,000	
KBDAD-PA014	<b>0,982</b>	<b>0,978</b>	<b>0,890</b>	<b>0,935</b>	<b>0,938</b>	<b>0,931</b>	<b>0,924</b>	<b>0,938</b>	<b>0,969</b>	<b>0,976</b>	1,000

Tabela 5.15. Coeficientes de correlação de Pearson (R) para os diferentes elementos.

Elemento químico	Au (ppb)	Ag (ppm)	As (ppm)	Co (ppm)	Cr (ppm)	Fe (%)	Ni (ppm)	Sb (ppm)	U (ppm)	Zn (ppm)
Au (ppb)	<b>0,00</b>									
Ag (ppm)		<b>0,00</b>								
As (ppm)			1,00	<b>0,87</b>	0,33	<b>0,91</b>	<b>0,00</b>	<b>0,84</b>	-0,30	<b>0,00</b>
Co (ppm)				1,00	<b>0,89</b>	<b>0,98</b>	<b>0,00</b>	0,08	-0,26	<b>0,00</b>
Cr (ppm)					1,00	<b>0,89</b>	<b>0,00</b>	0,04	0,02	<b>0,00</b>
Fe (%)						1,00	<b>0,00</b>	-0,05	-0,02	<b>0,00</b>
Ni (ppm)							<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
Sb (ppm)								1,00	-0,65	<b>0,00</b>
U (ppm)									1,00	<b>0,00</b>
Zn (ppm)										<b>0,00</b>

### 5.1.2. Área de Hera

A actividade de prospecção mineralógica e geoquímica da área de Hera foi realizado no rio de Mota Kiiik, aldeia de Mota Kiiik e Akanunu. Estes rios têm uma largura que varia entre 35 até às 72 etapas, com forma de V a U, e inclui-se a estadia de Jovem até ao maduro. Como aos mesmos com os rios na área de Tibar, em que as larguras deles foram alargadas em 2006, pelo clima extremo, que transportaram e depositaram os materiais meteorizados e erodidos dos minerais e das rochas encaixantes mais antigas, em fragmentos e partículas que maioria de tamanho de calhaus até a cascalhos. Os materiais de aluvião maioria constituídas por minerais de quartzos, xistos argilosos, xistos pretos mica xistos, xistos verdes, gnaisses, anfíbolitos, grés, e rochas ígneas básicas a ultrabásicas, como: basaltos, gabros, peridotitos e serpentinitos.

Através das análises de composições mineralógicas a lupa e geoquímicas das amostras de concentrados dos minerais pesados nestes sedimentos desagregados mostram as presenças dos minerais importantes conjuntos com outros nos materiais aluvionares que foram depositados nesta região.

Na observação da composição mineralógica a lupa de cada amostra colhida desta região, encontrados muito os minerais óxidos de ferro ou limonite, onde o valor de concentração dele atinge até aos 30%, a seguir são hematite e ilmenite, e as presenças dos outros minerais pesados como: ouro, calcopirite, magnetite, pirite, anatase, espinela, rutilo, picotite, granada e turmalina são muito raras e poucos (ver na tabela 5.16).

Tabela 5.16. As composições mineralógicas para cada amostra de concentração dos minerais pesados.

Composições mineralógicas	Calcopirite	Pirite	Hematite	Limonite	Ilmenite	Anatase	Espinela	Granada	Minerais comuns ou grupos de silicatos
Referência de amostragens	(CuFeS <sub>2</sub> )	(FeS <sub>2</sub> )	(Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	(Fe(OH)3H <sub>2</sub> O)	(FeTiO <sub>3</sub> )	(TiO <sub>2</sub> )	(MgAl <sub>2</sub> O <sub>4</sub> )	((Ca,Mg,Fe,Mn) <sub>3</sub> (Al,FeCr) <sub>2</sub> (SiO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> )	
AHD - PA030	1	3	2	51	1	-	-	3	260
AHD - PA031	-	-	5	65	6	3	-	2	278
MKHD - PA032	-	2	4	138	6	-	-	1	294
MKHD - PA033	-	-	2	72	9	-	-	-	198
MKHD - PA034	-	-	2	94	9	1	10	-	255
MKHD - PA035	-	-	1	42	1	-	6	1	126
MKHD - PA036	-	2	5	111	3	-	9	3	237

Os resultados da análise geoquímica mostram que alguns elementos químicos apresentados os valores de concentrações pouco a muito alto das áreas estudadas anterior, como por exemplo: o arsênio que atinge até aos 112 ppm, e cobalto, níquel e antimônio até aos 50 ppm, 500 ppm e 325 ppm (ver na tabela 5.17, abaixo). Enquanto, os outros são muito a pouco baixo, como: ouro, cromo, ferro, urânio e zinco.

Tabela 5.17. Os resultados da análise geoquímica das amostras de concentrados da área estudada de Hera.

Elementos químicos	Au (Ouro)	Ag (Prata)	As (Arsênio)	Co (Cobalto)	Cr (Cromo)	Fe (Ferro)	Ni (Níquel)	Sb (Antimônio)	U (Urânio)	Zn (Zinco)
Símbolo da Unidade	ppb	ppm	ppm	ppm	ppm	%	ppm	ppm	ppm	ppm
Limite de Detecção	5	5	2	5	10	0.02	200	0.2	0.5	200
Método de Análise	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA
AHD-PA30	<5	<5	70	18	70	7,86	<200	73,4	<0.5	<200
AHD-PA31	<5	<5	95	24	50	9,99	<200	325	6,2	<200
MKHD-PA32	<5	<5	99	37	70	12,9	<200	12,6	5,1	200
MKHD-PA33	<5	<5	79	26	70	7,88	500	11,3	2,7	<200
MKHD-PA34	40	<5	89	40	80	13,1	<200	10,5	3,9	200
MKHD-PA35	<5	<5	33	33	80	8,97	<200	2,1	3,6	<200
MKHD-PA36	36	<5	112	50	70	14,4	<200	13	3,1	<200

Na análise espacial da região de Hera, os componentes importantes das composições mineralógicas, como: pirite, hematite, limonite, espinela e granada., foram distribuídos mais abundantes nas paragens de 56<sup>a</sup> e 60<sup>a</sup>, são lugares de amostras concentrações colhidas de MKHD – PA032 e MKHD – PA036 (como se mostram nos mapas de distribuições dos componentes mineralógicos na área estudada de Hera, nos anexos). E os componentes de calcopirite e pirite encontrados mais numerosos na paragem 53<sup>a</sup>. As classificações dos grupos de distribuições baseado ao número total de grãos dos componentes importantes, dividido em três.

Da parte geoquímica, os elementos químicos de ouro, arsênio, cobalto, crómio, e ferro., maiorias distribuídas nas áreas de amostras colhidas de MKHD – PA034 e MKHD – PA036, os depósitos dos elementos químicos de antimônio e urânio mais abundantes encontrados na 54<sup>a</sup> e 57<sup>a</sup> paragem. E as suas classificações dos grupos de números de distribuições foram classificadas através da análise por programa de ArcGIS (como se mostram nos mapas de distribuições dos elementos químicos na área estudada de Hera, nos anexos).

Como nas áreas anteriores, os componentes mineralógicos e elementos químicos em que os números de concentrações nas suas presenças nos locais de amostras colhidas são sempre muito baixo ou inferiores de limite da detecção ou não muito importante ou significativos, não se apresentam nos mapas de distribuições.

Nesta área estudada, as distribuições de todos os componentes mineralógicos são concentrados, porque nas calculações mostram que os valores deles de X ou concentrações médias são superior de desvios padrões ( $\sigma$ ) (como se mostram na tabela 5.19).

Alguns elementos químicos destas amostras de concentrações colhidas mostram os valores de concentrações médias são pouco elevados se comparar às áreas estudadas anteriores, como: ouro e crómio, que foram registados nos valores de 38 ppb e 70 ppm. Enquanto, na calculação de desvio padrão, o ouro e crómio mostram os valores inferior de X, de 2,8 ppb e 10,0 ppm. Destes resultados indicam que as distribuições destes elementos químicos são concentrados e têm possibilidades a explorar. (ver nas tabelas 5.20. e 5.21).

Tabela 5.18. Cálculo das concentrações médias para cada componente mineralógico da área de Hera.

Composições Mineralógicas	Os valores de concentrações médias (X, em unidade de grãos)
Calcopirite ( $\text{CuFeS}_2$ )	1
Pirite ( $\text{FeS}_2$ )	2
Hematite ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )	3
Limonite ( $\text{Fe}(\text{OH})_3\text{H}_2\text{O}$ )	82
Ilmenite ( $\text{FeTiO}_3$ )	5
Anatase ( $\text{TiO}_2$ )	2
Espinela ( $\text{MgAl}_2\text{O}_4$ )	8
Granada ( $(\text{Ca},\text{Mg},\text{Fe},\text{Mn})_3(\text{Al},\text{FeCr})_2(\text{SiO}_4)_3$ )	2

Tabela 5.19. Cálculo dos desvios padrões para cada componente mineralógico através, da área de Hera.

Composições Mineralógicas	Os valores de desvios padrões ( $\sigma$ , em unidade de grãos)
Calcopirite ( $\text{CuFeS}_2$ )	0
Pirite ( $\text{FeS}_2$ )	1
Hematite ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )	2
Limonite ( $\text{Fe}(\text{OH})_3\text{H}_2\text{O}$ )	34
Ilmenite ( $\text{FeTiO}_3$ )	3
Anatase ( $\text{TiO}_2$ )	1
Espinela ( $\text{MgAl}_2\text{O}_4$ )	2
Granada ( $(\text{Ca,Mg,Fe,Mn})_3(\text{Al,FeCr})_2(\text{SiO}_4)_3$ )	1

Tabela 5.20. Cálculo de concentrações médias para cada elemento químico da área de Hera.

Elementos Químicos	Os valores de concentrações médias ( $X$ , em unidade de percentagens, ppb, e ppm)
Ouro (Au)	38,0
Prata (Ag)	<5
Arsênio (As)	82,4
Cobalto (Co)	32,6
Cromo (Cr)	70,0
Ferro (Fe)	10,7
Níquel (Ni)	500
Antimônio (Sb)	64,0
Urânio (U)	4,1
Zinco (Zn)	200,0

Tabela 5.21. Os resultados dos cálculos dos desvios padrões para cada elemento químico, da área de Hera.

Elementos Químicos	Os valores de desvios padrões ( $\sigma$ , em unidade de percentagens, ppb, e ppm)
Ouro (Au)	2,8
Prata (Ag)	0
Arsênio (As)	25,7
Cobalto (Co)	10,9
Cromo (Cr)	10,0
Ferro (Fe)	2,7
Níquel (Ni)	0
Antimônio (Sb)	117,6
Urânio (U)	1,3
Zinco (Zn)	0

Na análise de cluster ou agrupamento, por calculações de correlação de Pearson (R) para os diferentes locais da parte composições mineralógicas, mostra as relações entre as amostras colhidas todas são idênticas, notar que todas aos níveis superiores de 0,994 até a 1, e estas correlações fortes positivas indicam que os materiais meteorizados e erodidos que foram depositados nestes locais são originados das rochas semelhantes. Enquanto da parte geoquímica, as correlações entre as amostras maioria são mais ou menos idênticas, onde maioria nos valores de níveis inferiores de 0,79 até aos -0,27. Estes indicam que os sedimentos desagregados que formaram nestes locais são originados mais ou menos dos mesmos materiais geológicos.

As correlações entre os componentes mineralógicos, como entre pirite com hematite e limonite e ilmenite e entre anatase com limonite e ilmenite, são muito fortes (negativas), estas indicam que as abundâncias de uns componentes que relacionados em grandes números, enquanto, o outro componente abaixa sua presença, como: na amostra de AHD – PA030 foi encontrado 3 grãos de pirite e 2 de hematite, mas, em MKHD – PA032 foi encontrado só 2 grãos de pirite, enquanto, hematite são 5 grãos. Enquanto, as correlações entre hematite e anatase, e entre espinela com ilmenite, anatase e granada, são muito fortes

(positivas), ou são originados das rochas semelhantes, onde os níveis de matriz variam entre 0,8 até ao 1. Em geral, os resultados dos cálculos maiorias são infinito ou desconhecido.

Os resultados dos cálculos de coeficientes de correlação de Pearson (R) para os diferentes elementos químicos maioria são infinitos ou desconhecidos, mas, existem também algumas relações que são muito fortes (negativas), onde não são originados dos minerais semelhantes, como entre o ouro com crómio e urânio, e entre cobalto e ferro, com valor dos níveis de matriz igual a -0,90 e -1. E outra correlação é muito forte (positiva), é um grupo das amostras que têm valores dos níveis de matriz variam entre 0,89 até a 1 e indicam que estes elementos são originados dos minerais semelhantes.

Tabela 5.22. Coeficientes de correlação de Pearson (R) para os diferentes locais da área de Hera.

Referências de amostragens	AHD - PA030	AHD - PA031	MKHD - PA032	MKHD - PA033	MKHD - PA034	MKHD - PA035	MKHD - PA036
AHD - PA030	1,000						
AHD - PA031	<b>0,996</b>	1,000					
MKHD - PA032	<b>0,998</b>	<b>1,000</b>	1,000				
MKHD - PA033	<b>0,994</b>	<b>0,997</b>	<b>0,997</b>	1,000			
MKHD - PA034	<b>0,996</b>	<b>0,999</b>	<b>0,998</b>	<b>1,000</b>	1,000		
MKHD - PA035	<b>0,999</b>	<b>0,999</b>	<b>1,000</b>	<b>0,996</b>	<b>0,995</b>	1,000	
MKHD - PA036	<b>0,999</b>	<b>0,999</b>	<b>0,999</b>	<b>0,994</b>	<b>0,997</b>	<b>0,997</b>	1,000

Tabela 5.23. Coeficientes de correlação de Pearson (R) para os diferentes locais da parte geoquímica da área de Hera.

Referências de amostragens	AHD-PA30	AHD-PA031	MKHD-PA032	MKHD-PA033	MKHD-PA034	MKHD-PA035	MKHD-PA036
AHD-PA30	1,00						
AHD-PA031	0,63	1,00					
MKHD-PA032	0,51	-0,09	1,00				
MKHD-PA033	0,58	-0,07	<b>0,98</b>	1,00			
MKHD-PA034	0,49	-0,14	1,00	<b>0,99</b>	1,00		
MKHD-PA035	0,31	-0,27	0,70	0,79	<b>0,82</b>	1,00	
MKHD-PA036	0,43	-0,10	<b>0,99</b>	<b>0,96</b>	<b>0,96</b>	0,66	1,00

Tabela 5.24. Coeficientes de correlação de Pearson (R) para os diferentes componentes mineralógicos através da análise de cluster ou agrupamentos da área estudada de Hera.

Composições Mineralógicas	Calcopirite	Pirite	Hematite	Limonite	Ilmenite	Anatase	Espinela	Granada
Calcopirite	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>
Pirite		1,000	-0,945	-0,953	-0,803	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,500</b>
Hematite			1,000	0,562	0,090	<b>1,000</b>	<b>0,500</b>	0,275
Limonite				1,000	0,388	<b>-1,000</b>	0,886	-0,109
Ilmenite					1,000	<b>-1,000</b>	0,846	-0,299
Anatase						1,000	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>
Espinela							1,000	<b>1,000</b>
Granada								1,000

Tabela 5.25. Coeficientes de correlação de Pearson (R) para os diferentes elementos químicos através da análise de cluster ou agrupamentos da área estudada de Hera.

Elemento químico	Au (ppb)	Ag (ppm)	As (ppm)	Co (ppm)	Cr (ppm)	Fe (%)	Ni (ppm)	Sb (ppm)	U (ppm)	Zn (ppm)
Au (ppb)	1,00	<b>0,00</b>	<b>-1,00</b>	<b>-1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>-1,00</b>	<b>0,00</b>	<b>-1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>0,00</b>
Ag (ppm)		<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
As (ppm)			1,00	0,43	-0,44	0,68	<b>0,00</b>	0,20	0,23	<b>0,00</b>
Co (ppm)				1,00	0,38	0,89	<b>0,00</b>	-0,47	-0,37	<b>0,00</b>
Cr (ppm)					1,00	0,13	<b>0,00</b>	-0,90	-0,68	<b>0,00</b>
Fe (%)						1,00	<b>0,00</b>	-0,20	0,08	<b>0,00</b>
Ni (ppm)							<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
Sb (ppm)								1,00	0,78	<b>0,00</b>
U (ppm)									1,00	<b>0,00</b>
Zn (ppm)										<b>0,00</b>

### 5.1.3. Área de Ilimano

As concentrações dos minerais pesados da área de Ilimano são das amostras de concentrados que foram colhidas no rio de Iun, Aldeia de Iun, Suco de Ilehu, Subdistrito de Lacro e Distrito de Manatuto.

O rio de Iun tem forma de V a U, que inclui-se a estadia de jovem até ao maduro, e os materiais de aluvião que foram depositados nesta região maioria constituídas por quartzos, serpentinitos, calcários, marmores, arenitos e argelitos micaços, argilas não desagregados de várias cores, quartzitos, basaltos, anfíbolitos, grés, xistos, gnaisses, etc., de tamanho maior de 256 mm ou blocos até às areias grosseiras ou cascalhos e com angulosidades várias de muito angulosos até a sub-angulosos.



Fotografia 5.3. Mostra os materiais meteorizados e erodidos que foram depositados no rio de Iun, dos minerais e das rochas mais antigas que tinham instalado nesta região, de tamanho maior de 256 mm ou blocos até a areias grosseiras. O martelo como escala.

Na análise as composições mineralógicas a lupa das amostras de concentrados desta área estudada, encontrados e observados vários minerais importantes com quantidades numerosos de 28 até aos 62%, como: calcopirite, pirite, magnetite, hematite, limonite, ilmenite, granada, e turmalina (como se mostram na tabela 5.26, abaixo). Enquanto, dos resultados da análise geoquímica, os elementos químicos que mais abundantes são cromo, ferro, arsênio, antimônio, cobalto, ouro e zinco., os outros componentes de prata, níquel e urânio são muito pouco ou inferior limite de detecção (ver na tabela 5.27).

Tabela 5.26. As composições mineralógicas para cada amostra de concentração dos minerais pesados, através da análise mineralógica a lupa binocular, da área estudada de Ilimano.

Composições mineralógicas	Calcopirite	Pirite	Magnetite	Hematite	Limonite	Ilmenite	Granada	Turmalina	Composto por minerais silicatos e comuns
Referência de amostragens									
ILM - PA012	-	4	7	14	94	63	5	-	665
ILM - PA013	3	5	6	21	89	52	8	4	294

Tabela 5.27. Os resultados da análise geoquímica das amostras de concentrados da área estudada de Ilimano.

Elementos químicos	Au (Ouro)	Ag (Prata)	As (Arsênio)	Co (Cobalto)	Cr (Cromo)	Fe (Ferro)	Ni (Níquel)	Sb (Antimônio)	U (Urânio)	Zn (Zinco)
Símbolo da Unidade	ppb	ppm	ppm	ppm	ppm	%	ppm	ppm	ppm	ppm
Limite de Detecção	5	5	2	5	10	0.02	200	0.2	0.5	200
Método de Análise	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA
ILM-PA012	<5	<5	50	28	520	10,7	<200	1,5	<0.5	<200
ILM-PA013	48	<5	130	52	900	21,7	<200	2,1	<0.5	800

Na área estudada de Ilimano, estes componentes e elementos químicos distribuíram-se conjunto com os sedimentos de aluvião e mais abundantes e numerosos encontrados ao montante do rio ou na paragem 19<sup>a</sup> da amostra de ILM – PA013. Do ponto de vista litológico, as rochas encaixantes são formados por arenitos e argelitos da formação de Wailuli, argilas desagregados de várias cores de Bobonaro Scaly Clay, calcários crinóides da formação de Maubisse, acima ou nas montanhas instaladas as unidades de sequência ofiolítica e rochas metamórficas da formação de Aileu., como se apresentam nos mapas de distribuições dos componentes mineralógicos e elementos químicos na área de Ilimano, nos anexos.

Nas calculações da análise estatística mostram as distribuições dos componentes mineralógicos são concentrados, porque os valores X deles são superior de desvios padrões. Enquanto, da parte geoquímica, os elementos químicos de ouro (Au) e crómio (Cr) nesta área estudada têm possibilidade a explorar porque as distribuições deles são concentrados (como se representam nas tabelas abaixo).

Tabela 5.28. Os resultados dos cálculos de concentrações médias para cada componente mineralógico, através da análise estatística por Microsoft Office de Excel da área estudada de Ilimano.

Composições Mineralógicas	Os valores de concentrações médias (X, em unidade de grãos)
Calcopirite (CuFeS <sub>2</sub> )	3
Pirite (FeS <sub>2</sub> )	5
Magnetite (Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> )	7
Hematite (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	18
Limonite (Fe (OH) 3H <sub>2</sub> O)	92
Ilmenite (FeTiO <sub>3</sub> )	58
Granada ((Ca,Mg,Fe,Mn) <sub>3</sub> (Al,FeCr) <sub>2</sub> (SiO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> )	7
Turmalina (Na (Mg,Fe) 3 Al <sub>6</sub> (BO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> (Si <sub>6</sub> O <sub>18</sub> ) (OH) 4)	4

Tabela 5.29. Os resultados dos cálculos dos desvios padrões para cada componente mineralógico através da análise estatística por Microsoft Office de Excel da área estudada de Ilimano.

Composições Mineralógicas	Os valores de desvios padrões (σ, em unidade de grãos)
Calcopirite (CuFeS <sub>2</sub> )	0
Pirite (FeS <sub>2</sub> )	1
Magnetite (Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> )	1
Hematite (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	5
Limonite (Fe (OH) 3H <sub>2</sub> O)	4
Ilmenite (FeTiO <sub>3</sub> )	8
Granada ((Ca,Mg,Fe,Mn) <sub>3</sub> (Al,FeCr) <sub>2</sub> (SiO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> )	2
Turmalina (Na (Mg,Fe) 3 Al <sub>6</sub> (BO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> (Si <sub>6</sub> O <sub>18</sub> ) (OH) 4)	0

Tabela 5.30. Os resultados dos cálculos de concentrações médias para cada elemento químico através da análise estatística por Microsoft Office de Excel da área estudada de Ilimano.

Elementos Químicos	Os valores de concentrações médias (X, em unidade de percentagens, ppb, e ppm)
Ouro (Au)	48,0
Prata (Ag)	<5
Arsênio (As)	90,0
Cobalto (Co)	40,0
Cromo (Cr)	710,0
Ferro (Fe)	16,2
Níquel (Ni)	<200
Antimônio (Sb)	1,8
Urânio (U)	<0,5
Zinco (Zn)	800,0

Tabela 5.31. Os resultados dos cálculos dos desvios padrões para cada elemento químico através da análise estatística por Microsoft Office de Excel da área estudada de Ilimano.

Elementos Químicos	Os valores de desvios padrões ( $\sigma$ , em unidade de percentagens, ppb, e ppm)
Ouro (Au)	0,0
Prata (Ag)	0
Arsênio (As)	56,6
Cobalto (Co)	17,0
Cromo (Cr)	268,7
Ferro (Fe)	7,8
Níquel (Ni)	0
Antimônio (Sb)	0,4
Urânio (U)	0,0
Zinco (Zn)	0,0

As existências dos componentes mineralógicos e elementos químicos nestes dois locais são originadas da mesma fonte de um depósito mineral. Este argumento foi suportado pelos resultados da análise de cluster ou agrupamentos para os diferentes locais da parte mineralógica e geoquímica que mostram as relações entre amostras de ILM – PA012 e ILM – PA013, são idênticas ou correlações fortes positivas, com valores dos níveis de matriz são 0,992 e 0,999. Estas indicam que os materiais dos sedimentos aluvionares nestes locais são originados das rochas semelhantes.

Nas calculações de coeficiente da correlação de Pearson (R) para os diferentes componentes, da parte mineralógica, as relações entre os componentes mineralógicos que têm valores dos níveis de matriz igual a 1 são correlações muito fortes (positiva) ou idênticas, o outro também igual., além desta, registadas também outras correlações de infinito ou desconhecido, e correlações muito fortes (negativas) ou as relações entre os componentes, todas aos níveis de matriz igual a -1, estas correlações indicam que os elementos são originados dos mesmos minerais. Na parte geoquímica, os resultados de calculações maiorias são infinitos ou desconhecido, enquanto, minoria é as relações entre os elementos que têm valores dos níveis de matriz igual a 1, incluem-se ao grupo idênticos ou do mesmo mineral origem.

Tabela 5.32. Coeficientes de correlação de Pearson (R) para os diferentes locais da parte mineralógica através da análise de cluster ou agrupamentos da área estudada de Ilimano.

Referência de amostragens	ILM - PA012	ILM - PA013
ILM - PA012	1,000	<b>0,992</b>
ILM - PA013		1,000

Tabela 5.33. Coeficientes de correlação de Pearson (R) para os diferentes locais da parte geoquímica através da análise de cluster ou agrupamentos da área estudada de Ilimano.

Referência de amostragens	ILM - PA012	ILM - PA013
ILM - PA012	1,000	<b>0,999</b>
ILM - PA013		1,000

Tabela 5.34. Coeficientes de correlação de Pearson (R) para os diferentes componentes mineralógicos através da análise de cluster ou agrupamentos da área estudada de Ilimano.

Composições mineralógicas	Calcopirite	Pirite	Magnetite	Hematite	Limonite	Ilmenite	Granada	Turmalina
Calcopirite	0,00	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
Pirite		1,00	<b>-1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>-1,00</b>	<b>-1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>0,00</b>
Magnetite			1,00	<b>-1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>-1,00</b>	<b>0,00</b>
Hematite				1,00	<b>-1,00</b>	<b>-1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>0,00</b>
Limonite					1,00	<b>1,00</b>	<b>-1,00</b>	<b>0,00</b>
Ilmenite						1,00	<b>-1,00</b>	<b>0,00</b>
Granada							1,00	<b>0,00</b>
Turmalina								0,00

Tabela 5.35. Coeficientes de correlação de Pearson (R) para os diferentes elementos químicos através da análise de cluster ou agrupamentos da área estudada de Ilimano.

Elemento químico	Au (ppb)	Ag (ppm)	As (ppm)	Co (ppm)	Cr (ppm)	Fe (%)	Ni (ppm)	Sb (ppm)	U (ppm)	Zn (ppm)
Ouro	0,00	<b>0,00</b>								
Prata		0,00	<b>0,00</b>							
Arsênio			1,00	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>0,00</b>	<b>1,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
Cobalto				1,00	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>0,00</b>	<b>1,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
Cromo					1,00	<b>1,00</b>	<b>0,00</b>	<b>1,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
Ferro						1,00	<b>0,00</b>	<b>1,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
Níquel							0,00	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
Antimônio								1,00	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
Urânio									0,00	<b>0,00</b>
Zinco										0,00

#### 5.1.4. Área de Cribas

Topograficamente, a área estudada de Cribas é uma região montanhosa e planalto que cortado por vales profundas e incluem-se às paisagens morfológicas de cadeias das montanhas com ondulações geográficas fortes, da unidade de morfogénese estrutural desnudacional e superfície inundação da morfogénese fluvial. Em que, nesta morfologia é formado pelos sedimentos de aluvial mais recentes, unidade de terraços fluviais de Ainaro Gravels, unidade de calcilutitos intercalados com margas e argelitos da formação de Aituto, intercalações entre xistos pretos, siltitos micaços e arenitos quartzosos da formação de Cribas e Unidade de basalto e xistos argilosos de Atahoc.

Os sedimentos de aluviões mais recentes que foram depositados em vales dos rios de Aikudan, Tuquetin e Uatu Naruk., são materiais desagregados resultaram dos processos de meteorização, erosão e transportação às rochas e terraços mais antigas nesta região, do tamanho de blocos (> 256 mm) até areias grossas (2 mm), de arredando até a angulosos, que constituídas por basaltos amigdalóides até a serpentinizadas, brechas vulcânicas, xistos argilosos, calcários crinóides, arenitos e argelitos micaços, calcilutitos, sílex, argelitos, margas, etc.

Além destes materiais de aluviões constituídas por materiais das rochas, também composto por minerais valiosos e importantes em grandes numerosos. Na análise da composição mineralógica a lupa, encontrados vários componentes, nomeadamente: pirite, hematite, limonite, ilmenite e granada. Enquanto, através da análise geoquímica aparecido algumas elementos químicos importantes, são: ouro, prata, arsênio, cobalto, crómio, ferro, níquel, urânio, zinco e antimônio. Nas tabelas 5.36 e 5.37. abaixo, apresentados os componentes mineralógicos e os elementos químicos com seus números de concentrações em cada amostra.



Fotografia 5.4. Mostra os blocos soltos de brechas vulcânicas que foram depositados no rio de Aikudan. O martelo geológico como escala.



Fotografia 5.5. O grande bloco soltos de arenitos que tinham cortado por filões de quartzos que trouxeram alguns minerais valiosos e os nódulos de pirite e ferro de óxido que provavelmente de pirite no seu corpo.

Tabela 5.36. As composições mineralógicas para cada amostra de concentração dos minerais pesados, através da análise mineralógica a lupa binocular da área estudada de Cribas.

Composições mineralógicas	Pirite	Hematite	Limonite	Ilmenite	Granada	Composto
Referência de amostragens	(FeS <sub>2</sub> )	(Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	(Fe(OH)3H <sub>2</sub> O)	(FeTiO <sub>3</sub> )	((Ca,Mg,Fe,Mn) <sub>3</sub> (Al,FeCr) <sub>2</sub> (SiO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> )	por minerais silicatos e comuns
ACMM - PA023	6	9	60	4	6	302
ACMM - PA024	5	11	74	5	8	538
OCMM - PA025	-	-	18	-	-	133
OCMM - PA026	24	-	50	1	-	117
TCMM - PA027	11	-	65	-	-	295
UCMM - PA028	5	2	50	1	-	160
UCMM - PA029	2	1	68	2	-	217

Tabela 5.37. Os resultados da análise geoquímica das amostras de concentrados da área estudada de Cribas.

Elementos químicos	Au (Ouro)	Ag (Prata)	As (Arsênio)	Co (Cobalto)	Cr (Cromo)	Fe (Ferro)	Ni (Níquel)	Sb (Antimônio)	U (Urânio)	Zn (Zinco)
Símbolo da Unidade	ppb	ppm	ppm	ppm	ppm	%	ppm	ppm	ppm	ppm
Limite de Detecção	5	5	2	5	10	0.02	200	0.2	0.5	200
Método de Análise	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA
ACMM-PA23	<5	<5	72	47	1150	11,2	<200	1,4	3,6	200
ACMM-PA24	14	12	63	43	800	10,3	600	1,3	3,1	<200
OCMM-PA25	<5	<5	42	23	60	6,18	<200	1,2	<0.5	300
OCMM-PA26	42	<5	256	54	80	13,9	<200	5,7	<0.5	400
TCMM-PA27	<5	<5	76	22	70	7,95	<200	2,3	<0.5	400
UCMM-PA28	<5	<5	149	48	610	16,3	<200	2	<0.5	200
UCMM-PA29	<5	<5	67	28	160	6,78	<200	1,8	3	<200

Os resultados da análise espacial da área de Cribas mostram que o sector mais potencial às presenças dos minerais valiosos e importantes é Aikudan, a seguir sectores de Tuquetin e Uatu Naruk. Na parte do Sul ao montante do rio de Aikudan foi distribuído e encontrado as abundâncias do componente de pirite e os elementos de crómio e urânio, enquanto, ao montante do rio da parte ocidental, mais ricos em hematite, limonite, ilmenite, granada, e os elementos de crómio, urânio, e prata.

Nos sectores de Tuquetin (inclui Orok Maten) e Uatu Naruk encontrados as abundâncias de distribuições do componente de pirite e os elementos de arsênio, ferro, cobalto, antimônio, e ouro. (como se mostram nos mapas de distribuições dos componentes mineralógicos na área de Cribas, nos anexos).

O limonite é um dos componentes mineralógicos que mais abundantes e tem o número de concentração média e desvio padrão mais alto de todos componentes que existem nestes sectores da área estudada de Cribas, são de 55 e 19 grãos. Da parte geoquímica, o ferro e o crómio são os elementos químicos que as presenças delas são numerosas, onde nas calculações estatísticas mostram os números de concentrações médias e desvios padrões de 10,4% e 418,6 ppm, e 3,8% e 437,5 ppm.

Os resultados dos cálculos estatísticos de concentração média e desvio padrão para os componentes mineralógicos e elementos químicos apresentados nas tabelas de 5.38 até a 5.41, abaixo.

Tabela 5.38. Os resultados dos cálculos de concentrações médias para cada componente mineralógico através da análise estatística por Microsoft Office de Excel da área estudada de Cribas.

Composições Mineralógicas	Os valores de concentrações médias (X, em unidade de grãos)
Pirite (FeS <sub>2</sub> )	9
Hematite (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	6
Limonite (Fe(OH) <sub>3</sub> H <sub>2</sub> O)	<b>55</b>
Ilmenite (FeTiO <sub>3</sub> )	3
Granada ((Ca,Mg,Fe,Mn) <sub>3</sub> (Al,FeCr) <sub>2</sub> (SiO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> )	7

Tabela 5.39. Os resultados dos cálculos de concentrações médias para cada elemento químico através da análise estatística por Microsoft Office de Excel da área estudada de Cribas.

Elementos Químicos	Os valores de concentrações médias (X, em unidade de percentagens, ppb, e ppm)
Ouro (Au)	28,0
Prata (Ag)	12
Arsênio (As)	103,6
Cobalto (Co)	37,9
Cromo (Cr)	<b>418,6</b>
Ferro (Fe)	<b>10,4</b>
Níquel (Ni)	600
Antimônio (Sb)	2,2
Urânio (U)	3,2
Zinco (Zn)	300,0

Tabela 5.40. Os resultados dos cálculos dos desvios padrões para cada componente mineralógico através da análise estatística por Microsoft Office de Excel da área estudada de Cribas.

Composições Mineralógicas	Os valores de desvios padrões ( $\sigma$ , em unidade de grãos)
Pirite (FeS <sub>2</sub> )	8
Hematite (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	5
Limonite (Fe(OH) <sub>3</sub> ·3H <sub>2</sub> O)	<b>19</b>
Ilmenite (FeTiO <sub>3</sub> )	2
Granada ((Ca,Mg,Fe,Mn) <sub>3</sub> (Al,FeCr) <sub>2</sub> (SiO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> )	1

Tabela 5.41. Os resultados dos cálculos dos desvios padrões para cada elemento químico através da análise estatística por Microsoft Office de Excel da área estudada de Cribas.

Elementos Químicos	Os valores de desvios padrões ( $\sigma$ , em unidade de percentagens, ppb, e ppm)
Ouro (Au)	19,8
Prata (Ag)	0,0
Arsênio (As)	75,1
Cobalto (Co)	13,2
Cromo (Cr)	<b>437,5</b>
Ferro (Fe)	<b>3,8</b>
Níquel (Ni)	0,0
Antimônio (Sb)	1,6
Urânio (U)	0,3
Zinco (Zn)	100,0

Na parte mineralógica, além das correlações entre as amostras, em que têm valores dos níveis de matriz é igual a 0, nomeadamente entre OCMM – PA025 com ACMM- PA023, ACMM – PA024, OCMM – PA026, TCMM – PA027, UCMM – PA028 e UCMM – PA029., e da parte geoquímica, as correlações entre as amostras que têm os valores nos níveis que variam de -0.02 até aos 0,60, incluem-se ao grupo de correlações mais ou menos idênticas., nas calculações de coeficiente da correlação de Pearson para os diferentes locais destas duas partes mostram as correlações entre os locais, maiorias são muito fortes (em valores dos níveis positivos) ou idênticas, em que marcados nos níveis de matriz igual a 1, indicam que os sedimentos aluvionares nestes locais são originados das mesmas rochas (ver nas tabelas 5.42 e 5.43).

As relações entre os componentes mineralógicos e os elementos químicos nas calculações de coeficiente da correlação de Pearson (R) da análise de agrupamentos, mostram as relações entre ilmenite com limonite e hematite, e granada com hematite, limonite e ilmenite, são correlações muito fortes (positivas) ou idênticas, com valor dos níveis de matriz igual a 1., enquanto, da parte geoquímica, são entre o

ouro com arsênio, cobalto, ferro e antimônio; entre arsênio com antimônio e urânio; cobalto e ferro; e entre crômio e urânio (como se mostram nas tabelas 5.44 e 5.45, abaixo).

Tabela 5.42. Coeficientes de correlação de Pearson (R) para os diferentes locais da parte mineralógica através da análise de cluster ou agrupamentos da área estudada de Cribas.

Referência de amostragens	ACMM - PA023	ACMM - PA024	OCMM - PA025	OCMM - PA026	TCMM - PA027	UCMM - PA028	UCMM - PA029
ACMM - PA023	1,00	<b>1,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,90</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>
ACMM - PA024		1,00	<b>0,00</b>	<b>0,88</b>	<b>1,00</b>	<b>0,99</b>	<b>1,00</b>
OCMM - PA025			0,00	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
OCMM - PA026				1,00	<b>1,00</b>	<b>0,92</b>	<b>0,88</b>
TCMM - PA027					1,00	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>
UCMM - PA028						1,00	<b>1,00</b>
UCMM - PA029							1,00

Tabela 5.43. Coeficientes de correlação de Pearson (R) para os diferentes locais da parte geoquímica através da análise de cluster ou agrupamentos da área estudada de Cribas.

Referência de amostragens	ACMM - PA023	ACMM - PA024	OCMM - PA025	OCMM - PA026	TCMM - PA027	UCMM - PA028	UCMM - PA029
ACMM - PA023	1,00	<b>1,00</b>	0,10	-0,02	0,07	<b>0,98</b>	<b>0,94</b>
ACMM - PA024		1,00	<b>0,80</b>	0,09	0,60	<b>0,99</b>	<b>0,94</b>
OCMM - PA025			1,00	<b>0,87</b>	<b>1,00</b>	0,23	<b>0,95</b>
OCMM - PA026				1,00	<b>0,90</b>	0,17	0,38
TCMM - PA027					1,00	0,21	<b>0,83</b>
UCMM - PA028						1,00	<b>0,98</b>
UCMM - PA029							1,00

Tabela 5.44. Coeficientes de correlação de Pearson (R) para os diferentes componentes mineralógicos através da análise de cluster ou agrupamentos da área estudada de Cribas.

Composições mineralógicas	Pirite	Hematite	Limonite	Ilmenite	Granada
Pirite	1,00	0,67	-0,54	-0,42	-1,00
Hematite		1,00	0,47	<b>0,95</b>	<b>1,00</b>
Limonite			1,00	<b>0,78</b>	<b>1,00</b>
Ilmenite				1,00	<b>1,00</b>
Granada					1,00

Tabela 5.45. Coeficientes de correlação de Pearson (R) para os diferentes elementos químicos através da análise de cluster ou agrupamentos da área estudada de Cribas.

Elemento químico	Au (ppb)	Ag (ppm)	As (ppm)	Co (ppm)	Cr (ppm)	Fe (%)	Ni (ppm)	Sb (ppm)	U (ppm)	Zn (ppm)
Au (ppb)	1,00	<b>0,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>-1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>0,00</b>	<b>1,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
Ag (ppm)		0,00	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
As (ppm)			1,00	0,70	-0,20	0,73	<b>0,00</b>	<b>0,93</b>	<b>0,82</b>	0,32
Co (ppm)				1,00	0,54	<b>0,88</b>	<b>0,00</b>	0,48	<b>0,77</b>	-0,31
Cr (ppm)					1,00	0,38	<b>0,00</b>	-0,42	<b>0,86</b>	-0,83
Fe (%)						1,00	<b>0,00</b>	0,45	<b>0,77</b>	-0,34
Ni (ppm)							0,00	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
Sb (ppm)								1,00	-0,47	0,63
U (ppm)									1,00	<b>0,00</b>
Zn (ppm)										1,00

### 5.1.5. Área de Soibada

A área estudada de Soibada é uma região montanhosa com ponto de altitude atinge até aos 1200 metros de nível do mar. Esta paisagem morfológica inclui-se às cadeias das montanhas com ondulações geográficas fortes, da morfogénese estrutural desnudacional, em que principalmente são formados sobretudo pelo evento geológico de estratigrafia e estruturas e tectónica regional desta região.

Geologicamente, esta região é formado por complexo de Lolotoi, formação de Maubisse, Aituto, Wailuli, Barique, calcários de Cablac, Bobonaro Scaly Clay aluviões., que constituídas por xistos serpentinizadas ou corneanas, xistos pretos, calcários de crinóides, calcilutitos intercalado com calcarenitos e calcários oolíticos, argilas não consolidado de várias cores e os sedimentos recentes desagregados que composto por materiais meteorizados, erodidos e transportados dos minerais e das rochas mais antigas. Estes materiais geológicos cortados por algumas estruturas importantes das falhas inversas, normais e desligamentos.

Os resultados das análises mineralógicas e geoquímicas das amostras de concentração colhidas dos sedimentos aluviões mostram as presenças de alguns componentes e elementos químicos que importantes e mais abundâncias são grupos dos minerais óxidos e hidróxidos de ferro, etc., como: hematite, ilmenite, limonite, granada, pirite, crómio e cobalto (como se apresentam nas tabelas 5.46 e 5.47). Estes indicam às existências de algumas ocorrências de depósitos minerais nesta região, que relacionados aos processos hidrotermais ou magmáticas.



Fotografia 5.6. Umas das paisagens morfológicas da morfogénese estrutural desnudacional na área estudada de Soibada. Foi tirar na 32ª Paragem, com lenta da câmara para norte.



Fotografia 5.7. A paisagem morfológica de escarpa da falha das cadeias de montanhas com ondulações geográficas fortes cortado por uma falha com direcção quase este – oeste ao longo do rio de Buarahun. Foi tirar 32ª Paragem, com lenta da câmara para leste.



Fotografia 5.8. O afloramento das rochas metamórficas contactos ou xistos serpentinizadas (corneanas) do complexo de Lolotoi na 33ª Paragem, com lenta da câmara para sudeste.



Fotografia 5.9. As zonas de alteração hidrotermal, causado pelo processo de hidrotermal que afectou as rochas encaixantes.

Os resultados das análises mineralógicas e geoquímicas das amostras de concentração colhidas dos sedimentos aluviões mostram as presenças de alguns componentes e elementos químicos que importantes e mais abundâncias são grupos dos minerais óxidos e hidróxidos de ferro, etc., como: hematite, ilmenite, limonite, granada, pirite, cromo e cobalto (como se apresentam nas tabelas 5.46 e 5.47). Estes indicam às existências de algumas ocorrências de depósitos minerais nesta região, que relacionados aos processos hidrotermais ou magmáticas.

Tabela 5.46. As composições mineralógicas para cada amostra de concentração dos minerais pesados, através da análise mineralógica a lupa binocular, da área estudada de Soibada.

Referência de amostragens	Au Ouro	CuFeS <sub>2</sub> Calcopirite	FeS <sub>2</sub> Pirite	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Hematite	Fe(OH) <sub>3</sub> H <sub>2</sub> O Limonite	FeTiO <sub>3</sub> Ilmenite	TiO <sub>2</sub> Anatase	(Ca,Mg,Fe,Mn) <sub>3</sub> (Al,FeCr) <sub>2</sub> (SiO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> Granada	Minerais comuns de silicatos
BMSM - PA015	-	-	4	64	25	85	4	47	129
BMSM - PA016	-	2	12	74	86	87	5	87	136
BMSM - PA017	-	-	23	59	92	92	5	116	490
BMSM - PA018	-	2	14	45	130	50	-	115	294
UMSM - PA019	1	1	5	14	63	49	-	7	356
BMaSM - PA020	-	-	10	39	84	43	-	79	213
SMaSM - PA021	-	-	7	22	42	36	-	43	255

Tabela 5.47. Os resultados da análise geoquímica das amostras de concentrados da área estudada de Soibada.

Elementos químicos	Au (Ouro)	Ag (Prata)	As (Arsênio)	Co (Cobalto)	Cr (Cromo)	Fe (Ferro)	Ni (Níquel)	Sb (Antimônio)	U (Urânio)	Zn (Zinco)
Símbolo da Unidade	ppb	ppm	ppm	ppm	ppm	%	ppm	ppm	ppm	ppm
Limite de Detecção	5	5	2	5	10	0.02	200	0.2	0.5	200
Método de Análise	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA
BMSM-PA015	165	<5	22	70	450	25,1	<200	<0.2	<0.5	<200
BMSM-PA016	<5	<5	18	73	380	27,7	<200	<0.2	<0.5	<200
BMSM-PA017	<5	<5	32	77	470	27,2	<200	<0.2	<0.5	<200
BMSM-PA018	<5	<5	39	67	590	26,9	<200	0.7	<0.5	<200
UMSM-PA019	<5	<5	8	35	160	18,5	<200	0.6	5,1	<200
BMASM-PA20	<5	<5	24	54	500	21,5	<200	1,2	<0.5	<200
SMASM-PA21	<5	<5	33	79	530	23,9	<200	0,8	4,4	<200

Estes grupos dos minerais foram distribuídos mais abundantes na região parte noroeste ou a montante do rio de Buarahun e a central da área estudada de Soibada. Mas, os elementos químicos de urânio foi encontrado em grande número de concentração de 5,1 ppm é na parte sudoeste ou no rio de Ue Manas da 39ª A Paragem., e anomalia do número de concentração de ouro foi encontrado na parte central desta área, com valor de 165 ppb. As localizações das amostras de concentração colhidas com suas distribuições dos números de concentrações apresentados nos mapas de distribuições dos componentes mineralógicos e elementos químicos na área de Soibada, nos anexos.

Na análise estatística de concentrações médias e desvios padrões mostra que as distribuições dos componentes mineralógicos são concentradas., e enquanto, da parte geoquímica, as distribuições dos elementos químicos de ouro e crómio também são concentrados. Em que os valores de concentrações médias são superior de desvios padrões (ver nas tabelas 5.48 até a 5.51, abaixo).

Tabela 5.48. Os resultados dos cálculos de concentrações médias para cada componente mineralógico através da análise estatística por Microsoft Office de Excel da área estudada de Soibada.

Composições Mineralógicas	Os valores de concentrações médias (X, em unidade de grãos)
Ouro (Au)	1
Calcopirite (CuFeS <sub>2</sub> )	2
Pirite (FeS <sub>2</sub> )	11
Hematite (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	45
Limonite (Fe(OH) <sub>3</sub> H <sub>2</sub> O)	75
Ilmenite (FeTiO <sub>3</sub> )	63
Granada ((Ca,Mg,Fe,Mn) <sub>3</sub> (Al,FeCr) <sub>2</sub> (SiO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> )	71
Anatase (TiO <sub>2</sub> )	5

Tabela 5.49. Os valores de concentrações médias dos elementos químicos da área estudada de Soibada.

Elementos Químicos	Os valores de concentrações médias (X, em unidade de percentagens, ppb, e ppm)
Ouro (Au)	165,00
Prata (Ag)	<5
Arsênio (As)	25,14
Cobalto (Co)	65,00
Cromo (Cr)	440,00
Ferro (Fe)	24,40
Níquel (Ni)	<200
Antimônio (Sb)	0,83
Urânio (U)	4,75
Zinco (Zn)	<200

Tabela 5.50. Os resultados dos cálculos de desvios padrões para cada componente mineralógico através da análise estatística por Microsoft Office de Excel da área estudada de Soibada.

Composições Mineralógicas	Os valores de desvios padrões ( $\sigma$ , em unidade de grãos)
Ouro (Au)	0
Calcopirite (CuFeS <sub>2</sub> )	1
Pirite (FeS <sub>2</sub> )	7
Hematite (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	22
Limonite (Fe(OH) <sub>3</sub> H <sub>2</sub> O)	35
Ilmenite (FeTiO <sub>3</sub> )	24
Anatase (TiO <sub>2</sub> )	1
Granada ((Ca,Mg,Fe,Mn) <sub>3</sub> (Al,FeCr) <sub>2</sub> (SiO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> )	40

Tabela 5.51. Os resultados dos cálculos de desvios padrões para cada elemento químico através da análise estatística por Microsoft Office de Excel da área estudada de Soibada.

Elementos Químicos	Os valores de desvios padrões ( $\sigma$ , em unidade de percentagens, ppb, e ppm)
Ouro (Au)	0,0
Prata (Ag)	0,0
Arsênio (As)	10,5
Cobalto (Co)	15,6
Cromo (Cr)	139,8
Ferro (Fe)	3,4
Níquel (Ni)	0,0
Antimônio (Sb)	0,3
Urânio (U)	0,5
Zinco (Zn)	0,0

Nas calculações de coeficientes da correlação de Pearson (R) para os diferentes locais, da parte mineralógica e geoquímica apresentam uma grande correlação entre as amostras desta área estudada que são muito fortes (em valor positivo) ou idênticas, em que maiorias marcados nos níveis de matriz que variam de

0,80 até a 1., esta correlação indicam as relações das rochas origem dos materiais soltos nos sedimentos aluvionares destes locais são idênticas ou são originados das mesmas rochas (ver nas tabelas 5.52 e 5.54).

As correlações entre os componentes mineralógicos, nomeadamente: entre calcopirite com pirite, hematite, e granada; pirite com anatase e granada; hematite e ilmenite; limonite e anatase; e entre anatase e granada, são correlações muito fortes (em valores positivos) ou idênticas, com valor dos níveis de 0,82 até a 1, e em que indicam estes componentes correlacionados, são originados dos mesmos minerais. E a correlação entre os elementos que têm valores dos níveis de matriz é igual a -1, como: entre urânio com arsênio, cobalto, crómio, ferro, e antimónio, são correlações muito forte (em valores negativos) ou não são idênticas, enquanto, as correlações entre crómio e arsênio, e entre cobalto e ferro, são correlações muito forte (em valores positivas) ou idênticas, com valores dos níveis de matriz são iguais aos 0,85 e 0,93 (como se apresentam nas tabelas 5.53 e 5.55)

Tabela 5.52. Coeficientes de correlação de Pearson (R) para os diferentes locais da parte mineralógica através da análise de cluster ou agrupamentos da área estudada de Soibada.

Referência de amostragens	BMSM - PA015	BMSM - PA016	BMSM - PA017	BMSM - PA018	UMSM - PA019	BMaSM - PA020	SMaSM - PA021
BMSM - PA015	1,00	0,78	0,65	-0,01	0,23	0,14	0,42
BMSM - PA016		1,00	0,94	<b>0,80</b>	0,64	<b>0,80</b>	<b>0,91</b>
BMSM - PA017			1,00	<b>0,82</b>	0,39	<b>0,88</b>	<b>0,98</b>
BMSM - PA018				1,00	0,57	<b>0,99</b>	<b>0,88</b>
UMSM - PA019					1,00	0,46	0,56
BMaSM - PA020						1,00	<b>0,93</b>
SMaSM - PA021							1,00

Tabela 5.53. Coeficientes de correlação de Pearson (R) para os diferentes componentes mineralógicos através da análise de cluster ou agrupamentos da área estudada de Soibada.

Composições mineralógicas	Ouro	Calcopirite	Pirite	Hematite	Limonite	Ilmenite	Anatase	Granada
Ouro	<b>0,00</b>							
Calcopirite		1,00	<b>0,98</b>	<b>0,88</b>	0,76	0,52	<b>0,00</b>	<b>0,97</b>
Pirite			1,00	0,40	0,68	0,42	<b>0,82</b>	<b>0,85</b>
Hematite				1,00	0,15	<b>0,86</b>	0,19	0,60
Limonite					1,00	-0,04	<b>1,00</b>	0,75
Ilmenite						1,00	0,72	0,36
Anatase							1,00	<b>0,91</b>
Granada								1,00

Tabela 5.54. Coeficientes de correlação de Pearson (R) para os diferentes locais da parte geoquímica através da análise de cluster ou agrupamentos da área estudada de Soibada.

Referência de amostragens	BMSM - PA015	BMSM - PA016	BMSM - PA017	BMSM - PA018	UMSM - PA019	BMaSM - PA020	SMaSM - PA021
BMSM - PA015	1,00	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>
BMSM - PA016		1,00	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>
BMSM - PA017			1,00	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>
BMSM - PA018				1,00	<b>0,99</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>
UMSM - PA019					1,00	<b>0,99</b>	<b>1,00</b>
BMaSM - PA020						1,00	<b>1,00</b>
SMaSM - PA021							1,00

Tabela 5.55. Coeficientes de correlação de Pearson (R) para os diferentes elementos químicos através da análise de cluster ou agrupamentos da área estudada de Soibada.

Elemento químico	Au (ppb)	Ag (ppm)	As (ppm)	Co (ppm)	Cr (ppm)	Fe (%)	Ni (ppm)	Sb (ppm)	U (ppm)	Zn (ppm)
Au (ppb)	0,00	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>							
Ag (ppm)		0,00	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>						
As (ppm)			1,00	0,69	<b>0,93</b>	<b>0,60</b>	<b>0,00</b>	<b>0,14</b>	<b>-1,00</b>	<b>0,00</b>
Co (ppm)				1,00	0,71	<b>0,85</b>	<b>0,00</b>	<b>0,14</b>	<b>-1,00</b>	<b>0,00</b>
Cr (ppm)					1,00	<b>0,60</b>	<b>0,00</b>	0,42	<b>-1,00</b>	<b>0,00</b>
Fe (%)						1,00	<b>0,00</b>	-0,02	<b>-1,00</b>	<b>0,00</b>
Ni (ppm)							0,00	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
Sb (ppm)								1,00	<b>-1,00</b>	<b>0,00</b>
U (ppm)									1,00	<b>0,00</b>
Zn (ppm)										0,00

### 5.1.6. Área de Laleia

A actividade de pesquisa de concentração dos minerais pesados no distrito de Manatuto também foi realizada no rio de Laleia, suco de Lifau e Cairui, subdistrito de Laleia. Principalmente, nesta região é formado pela formação de Bobonaro Scaly Clay que constituída por argilas de várias cores, unidade dos materiais sedimentos não consolidados de cascalhos até aos calhaus da formação de Suai e sedimentos desagregados de aluviões mais recentes de blocos até a areias grosseiras. Enquanto, os outros afloramentos rochosos das outras formações, como: unidade de calcilitos intercalados com margas, argelitos e sílex da formação de Aituto; e unidade de bandados de basaltos intercalados com argelitos e arenitos micaços, calcilitos e conglomerado da formação de Wailuli, são os grandes blocos exóticos que foram instalados dentro de corpos da formação de Bobonaro Scaly Clay.

As paisagens morfológicas desta região são montanhosas que incluem-se às cadeias das montanhas com ondulações geográficas fracas até a fortes, da morfogénese estrutural desnudacional e cortado por uma grande zona de superfície inundação da morfogénese fluvial.

Na zona plana de superfície inundação que passa pela água do rio de Laleia com forma U e de estadia madura., depositaram os sedimentos mais recentes de aluviões, que constituídas pelos blocos soltos dos materiais meteorizados e erodidos de minerais e rochas que foram instaladas nesta região e circundantes, de tamanho de blocos (> 256 mm) até a areias grossas (2 mm), como: calcários cristalinos, calcários crinóides, calcilutitos, arenitos e argelitos micaços, xistos verdes, xistos pretos, xistos serpentinizadas, basaltos serpentinizadas, basaltos amigdalóides com nódulos de pirite, brechas, gabros, sílex, etc.

Na análise as composições mineralógicas a lupa das amostras de concentrações dos minerais pesados que foram colhidas dos sedimentos aluvionares, não aparece alguns minerais importantes e significativos, além de grupos dos minerais óxidos de ferro e outros, como: pirite, magnetite, hematite, limonite, espinela, picotite e granada., onde o componente mais numeroso e mais ou menos bem disseminada na sua presença é limonite. A existência destes componentes mineralógicos mais abundantes e nos níveis de deposição mais altos é no local de amostra colhida de LCLM – PA044 ou na parte central da área estudada de Laleia (como se apresentam na tabela 5.56 e nos mapas de distribuições dos componentes mineralógicos na área de Laleia, nos anexos).

Os elementos químicos que mais numerosos nas suas presenças, através da análise geoquímica às amostras de concentrados, são: crómio e ferro., e urânio é o elemento que a presença dele mais raro nesta região. Enquanto, as existências dos outros elementos, como: arsênio, cobalto, níquel, antimônio, e zinco., são nos valores médios. Através também da análise espacial, encontrado uma anomalia de deposição e distribuição de alguns elementos químicos., no local de amostra colhida de LCLM – PA044 ou na parte central desta área estudada, como o ouro e prata foram marcados nos valores de concentrações de 1160 ppb e

10 ppm, mas, nos outros locais são inferior de 5 ppb e 5 ppm., etc. (ver na tabela 5.57 e nos mapas de distribuições dos elementos químicos na área de Laleia, nos anexos).

Como nas áreas estudadas anteriores, os componentes mineralógicos e elementos químicos em que os números de concentrações nas suas presenças nos locais de amostras colhidas são sempre muito baixo ou inferiores de limite da detecção ou não muito importante ou significativos, não se apresentam nos mapas de distribuições.

Tabela 5.56. As composições mineralógicas para cada amostra de concentração dos minerais pesados, através da análise mineralógica a lupa binocular da área estudada de Laleia.

Composições mineralógicas	Pirite (FeS <sub>2</sub> )	Magnetite (Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> )	Hematite (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	Limonite (Fe(OH) <sub>3</sub> H <sub>2</sub> O)	Espinel (MgAl <sub>2</sub> O <sub>4</sub> )	Picotite	Granada ((Ca,Mg,Fe,Mn) <sub>3</sub> (Al,FeCr) <sub>2</sub> (SiO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> )	Composto por minerais silicatos e comuns
Referência de amostragens								
LLM - PA042	-	4	1	15	2	1	3	151
LLM - PA043	1	1	-	15	-	2	2	92
LCLM - PA044	1	2	-	18	1	-	4	93
LCLM - PA045	-	-	1	12	-	-	2	76

Tabela 5.57. Os resultados da análise geoquímica das amostras de concentrados da área estudada de Laleia.

Elementos químicos	Au (Ouro)	Ag (Prata)	As (Arsênio)	Co (Cobalto)	Cr (Cromo)	Fe (Ferro)	Ni (Níquel)	Sb (Antimônio)	U (Urânio)	Zn (Zinco)
Símbolo da Unidade	ppb	ppm	ppm	ppm	ppm	%	ppm	ppm	ppm	ppm
Limite de Detecção	5	5	2	5	10	0.02	200	0.2	0.5	200
Método de Análise	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA
LLM-PA42	<5	<5	36	22	1080	8,65	<200	1	<0.5	200
LLM-PA43	<5	<5	42	25	1140	10,1	500	1,2	<0.5	300
LCLM-PA44	1160	10	44	26	1220	9,8	<200	1,5	<0.5	<200
LCLM-PA45	<5	<5	48	24	870	8,63	<200	1,3	<0.5	200

Além de magnetite, as distribuições dos componentes mineralógicos nesta região são concentrados., desta declaração foi suportado pelo resultado dos cálculos na análise estatística dos dados mineralógicos e geoquímicos, em que mostram os valores de concentrações são superiores de desvios padrões. Os resultados dos cálculos de valores de concentrações médias e desvios padrões para os componentes mineralógicos apresentam nas tabelas 5.58 e 5.59.

Nas calculações da análise estatística para os elementos químicos, como: ouro e crómio apresentam os valores de concentrações médias em 1160 ppb e 1077,50 ppm e desvios padrões foram registados nos valores de 0 ppb e 149,75 ppm. Estes resultados indicam que as distribuições destes elementos são concentrados e têm possibilidade a explorar., como se mostram nas tabelas 5.60 e 5.61.

Tabela 5.58. Os resultados dos cálculos de concentrações médias para cada componente mineralógico através da análise estatística por Microsoft Office de Excel da área estudada de Laleia.

Composições Mineralógicas	Os valores de concentrações médias (X, em unidade de grãos)
Pirite (FeS <sub>2</sub> )	1
Magnetite (Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> )	2
Hematite (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	1
Limonite (Fe(OH) <sub>3</sub> H <sub>2</sub> O)	15
Espinela (MgAl <sub>2</sub> O <sub>4</sub> )	2
Picotite	2
Granada ((Ca,Mg,Fe,Mn) <sub>3</sub> (Al,FeCr) <sub>2</sub> (SiO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> )	3

Tabela 5.59. Os resultados dos cálculos dos desvios padrões para cada componente mineralógico através da análise estatística por Microsoft Office de Excel da área estudada de Laleia.

Composições Mineralógicas	Os valores de desvios padrões ( $\sigma$ , em unidade de grãos)
Pirite (FeS <sub>2</sub> )	0
Magnetite (Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> )	2
Hematite (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0
Limonite (Fe(OH) <sub>3</sub> H <sub>2</sub> O)	2
Espinel (MgAl <sub>2</sub> O <sub>4</sub> )	1
Picotite	1
Granada ((Ca,Mg,Fe,Mn) <sub>3</sub> (Al,FeCr) <sub>2</sub> (SiO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> )	1

Tabela 5.60. Os resultados dos cálculos de concentrações médias para cada elemento químico através da análise estatística por Microsoft Office de Excel da área estudada de Laleia.

Elementos Químicos	Os valores de concentrações médias (X, em unidade de percentagens, ppb, e ppm)
Ouro (Au)	1160,00
Prata (Ag)	10,00
Arsênio (As)	42,50
Cobalto (Co)	24,25
Cromo (Cr)	1077,50
Ferro (Fe)	9,30
Níquel (Ni)	500,00
Antimônio (Sb)	1,25
Urânio (U)	0,00
Zinco (Zn)	233,33

Tabela 5.61 Os resultados dos cálculos dos desvios padrões para cada elemento químico através da análise estatística por Microsoft Office de Excel da área estudada de Laleia.

Elementos Químicos	Os valores de desvios padrões ( $\sigma$ , em unidade de percentagens, ppb, e ppm)
Ouro (Au)	0,00
Prata (Ag)	0,00
Arsênio (As)	5,00
Cobalto (Co)	1,71
Cromo (Cr)	149,75
Ferro (Fe)	0,77
Níquel (Ni)	0,00
Antimônio (Sb)	0,21
Urânio (U)	0,00
Zinco (Zn)	57,74

As correlações entre os locais das amostras colhidas nas calculações de Pearson da análise de agrupamentos da parte mineralógica e geoquímica, maiorias são muito fortes (nos valores positivos) ou idênticas, notar que valores dos níveis de matriz maioria marcados em 0,97 até a 1, indicam que as amostras foram colhidas nos sedimentos aluvionares destes locais da área estudada de Laleia, são originados das mesmas rochas. Enquanto, os resultados dos cálculos de Pearson para os diferentes componentes mineralógicos e elementos químicos mostram os valores que maioria são infinitos ou desconhecidos, assim, difíceis a interpretar, como se mostram nas tabelas abaixo.

Tabela 5.62. Coeficientes de correlação de Pearson (R) para os diferentes locais da parte mineralógica através da análise de cluster ou agrupamentos da área estudada de Laleia.

Referência de amostragens	LLM - PA042	LLM - PA043	LCLM - PA044	LCLM - PA045
LLM - PA042	1,00	<b>0,97</b>	<b>0,99</b>	<b>1,00</b>
LLM - PA043		1,00	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>
LCLM - PA044			1,00	<b>1,00</b>
LCLM - PA045				1,00

Tabela 5.63. Coeficientes de correlação de Pearson (R) para os diferentes locais da parte geoquímica através da análise de cluster ou agrupamentos da área estudada de Laleia.

Referência de amostragens	LLL - PA042	LLL - PA043	LCLM - PA044	LCLM - PA045
LLL - PA042	1,00	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>
LLL - PA043		1,00	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>
LCLM - PA044			1,00	<b>1,00</b>
LCLM - PA045				1,00

Tabela 5.64. Coeficientes de correlação de Pearson (R) para os diferentes componentes mineralógicos da área de Laleia.

Composições mineralógicas	Pirite	Magnetite	Hematite	Limonite	Espinela	Picotite	Granada
Pirite	0,00	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
Magnetite		1,00	<b>0,00</b>	-0,19	1,00	<b>-1,00</b>	0,33
Hematite			0,00	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
Limonite				1,00	<b>-1,00</b>	<b>0,00</b>	0,85
Espinela					1,00	<b>0,00</b>	<b>-1,00</b>
Picotite						1,00	<b>-1,00</b>
Granada							1,00

Tabela 5.65. Coeficientes de correlação de Pearson (R) para os diferentes elementos químicos da área de Laleia.

Elemento químico	Au (ppb)	Ag (ppm)	As (ppm)	Co (ppm)	Cr (ppm)	Fe (%)	Ni (ppm)	Sb (ppm)	U (ppm)	Zn (ppm)
Au (ppb)	0,00	<b>0,00</b>								
Ag (ppm)		0,00	<b>0,00</b>							
As (ppm)			1,00	0,61	-0,43	0,08	<b>0,00</b>	0,74	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
Co (ppm)				1,00	<b>0,45</b>	0,79	<b>0,00</b>	0,89	<b>0,00</b>	0,76
Cr (ppm)					1,00	0,75	<b>0,00</b>	0,23	<b>0,00</b>	0,67
Fe (%)						1,00	<b>0,00</b>	<b>0,45</b>	<b>0,00</b>	1,00
Ni (ppm)							0,00	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
Sb (ppm)								1,00	<b>0,00</b>	0,19
U (ppm)									0,00	<b>0,00</b>
Zn (ppm)										1,00

### 5.1.7. Área de Vemasse

A prospeção geológica dos minerais metálicos ou pesados por técnica de concentração da linha de água nos sedimentos aluvionares no distrito de Baucau foi efectuada no suco de Vemasse e Caicua, subdistrito de Vemasse. As amostras de concentrados dos minerais pesados foram colhidas ao longo do rio de Manoleden, onde este rio tem forma de U, de estadia madura, e é uma bacia hidrográfica ou lugar de deposições dos materiais aluviões dos materiais meteorizados, erodidos e transportados de minerais ou rochas mais antigas que tinham instalado ou depositado nesta região e circundantes, como: calcários vermelhos ou crinóides, basaltos, gabros, argelitos vermelhos, xistos, argelitos e arenitos micaços, calcários de recifes corais, basaltos amigdalóides, etc., de tamanho de blocos (diâmetro maior de 256 mm) até a grânulos (4 mm).

Principalmente, nesta área estudada é formado pela formação de Bobonaro Scaly Clay, que constituída por argilas de várias cores e unidade dos materiais sedimentos não consolidados de cascalhos até aos calhaus da formação de Suai. Mas, além destas, encontrado também os corpos de afloramentos rochosos de margas, gabros e basaltos amigdalóides até a lavas basálticas almofadas, que todas são os grandes blocos exóticos que foram instalados no dentro dos corpos da formação de Bobonaro Scaly Clay.

As paisagens morfológicas da zona plana na costa norte desta área estudada incluem-se a planície litoral ou aluvial da morfogénese fluvial, enquanto, as regiões na parte central até ao sul são formadas por morfologia de cadeias das montanhas com ondulações geográficas fracas, da morfogénese estrutural desnudacional, em que cortado por uma grande zona de superfície inundação, que passa pela água do rio de Manoleden.

Na análise as composições mineralógicas a lupa das amostras de concentrações dos minerais pesados, aparece alguns componentes importantes ou significativos e indicadores, como: pirite magnetite, hematite, limonite, ilmenite, granada, espinela, anatase e picotite. Nas presenças deles nesta região, os grupos dos minerais óxidos e hidróxidos de ferro são mais numerosos e encontrados muito nos locais de amostras colhidas de MVVB – PA038 e MVVB – PA041 ou no ramo oeste e na parte sudeste a montante do rio de Manoleden como se mostram na tabela e figuras dos mapas geológicos e distribuições dos componentes mineralógico nos anexos).

Na parte geoquímica, os elementos químicos de crómio e ferro são mais abundâncias nas suas presenças, onde seus teores atingem até aos 35800 ppm e 23,8% e o urânio, antimônio e prata são mais pouco e rara nesta região. Nas distribuições, os elementos numerosos e incluem também níquel, cobalto e zinco concentrados muito em grandes números são nos locais de amostras colhidas de MVVB – PA038 e MVVB – PA041, enquanto o elemento valioso como ouro com teor de 198 ppb foi encontrado na 69ª paragem ou de amostra colhida de MVVB – PA040 (ver na tabela 5.66 e nos mapas de distribuições dos elementos químicos na área de Vemasse, nos anexos).

Tabela 5.65. Os componentes mineralógicos com seus valores de números em unidade de grãos, através da análise as composições mineralógicas à lupa.

Composições mineralógicas	Pirite	Magnetite	Hematite	Limonite (Fe(OH) <sub>3</sub> H <sub>2</sub> O)	Ilmenite (FeTiO <sub>3</sub> )	Anatase (TiO <sub>2</sub> )	Espinel (Mg Al <sub>2</sub> O <sub>4</sub> )	Picotite	Granada ((Ca,Mg,Fe,Mn) <sub>3</sub> (Al,FeCr) <sub>2</sub> (SiO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> )	Composto por minerais silicatos e comuns
Referência de amostragens	(FeS <sub>2</sub> )	(Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> )	(Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )							
MVVB-PA037	1	-	62	36	22	-	18	-	15	211
MVVB-PA038	-	-	71	54	63	-	-	-	22	303
MVVB-PA039	2	-	52	29	34	1	-	-	1	201
MVVB-PA040	5	-	56	30	38	-	-	-	-	116
MVVB-PA041	9	96	21	87	7	-	40	37	6	285

Tabela 5.66. Os elementos químicos com seus teores de cada amostra da área estudada de Vemasse, através da análise as composições mineralógicas à lupa.

Elementos químicos	Au (Ouro)	Ag (Prata)	As (Arsênio)	Co (Cobalto)	Cr (Cromo)	Fe (Ferro)	Ni (Níquel)	Sb (Antimônio)	U (Urânio)	Zn (Zinco)
Símbolo da Unidade	ppb	ppm	ppm	ppm	ppm	%	ppm	ppm	ppm	ppm
Limite de Detecção	5	5	2	5	10	0.02	200	0.2	0.5	200
Método de Análise	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA	INAA
MVVB-PA37	<5	<5	12	82	19200	20,8	<200	0,6	4,1	200
MVVB-PA38	24	<5	10	117	35800	18,5	1100	<0.2	<0.5	600
MVVB-PA39	<5	<5	18	55	11500	15,9	<200	0,6	<0.5	300
MVVB-PA40	198	<5	13	66	15400	23,2	<200	<0.2	<0.5	300
MVVB-PA41	87	<5	14	64	13500	23,8	<200	<0.2	<0.5	400

Os componentes mineralógicos de magnetite, hematite, limonite, ilmenite, espinel, picotite e granada foram registados os valores de desvios padrões que são inferiores de concentrações médias. Estes indicam que as distribuições deles nesta área estudada de Vemasse são concentradas. Enquanto o ouro e cromo, da parte geoquímica também apresentam os valores de concentrações médias superiores de desvios padrões (ver nas tabelas 5.67 até a 5.70).

Tabela 5.67. Os resultados dos cálculos de concentrações médias para cada componente mineralógico através da análise estatística por Microsoft Office de Excel da área estudada de Vemasse.

Composições Mineralógicas	Os valores de concentrações médias (X, em unidade de grãos)
Pirite (FeS <sub>2</sub> )	4
Magnetite (Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> )	96
Hematite (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	52
Limonite (Fe(OH) <sub>3</sub> H <sub>2</sub> O)	47
Ilmenite (FeTiO <sub>3</sub> )	33
Anatase (TiO <sub>2</sub> )	1
Espinela (MgAl <sub>2</sub> O <sub>4</sub> )	29
Picotite	37
Granada ((Ca,Mg,Fe,Mn) <sub>3</sub> (Al,FeCr) <sub>2</sub> (SiO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> )	11

Tabela 5.68. Os resultados dos cálculos de desvios padrões para cada componente mineralógico através da análise estatística por Microsoft Office de Excel da área estudada de Vemasse.

Composições Mineralógicas	Os valores de desvios padrões (σ, em unidade de grãos)
Pirite (FeS <sub>2</sub> )	4
Magnetite (Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> )	0
Hematite (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	19
Limonite (Fe(OH) <sub>3</sub> H <sub>2</sub> O)	24
Ilmenite (FeTiO <sub>3</sub> )	21
Anatase (TiO <sub>2</sub> )	0
Espinela (MgAl <sub>2</sub> O <sub>4</sub> )	16
Picotite	0
Granada ((Ca,Mg,Fe,Mn) <sub>3</sub> (Al,FeCr) <sub>2</sub> (SiO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> )	9

Tabela 5.69. Os resultados dos cálculos de concentrações médias para cada elemento químico através da análise estatística por Microsoft Office de Excel da área estudada de Vemassee.

Elementos Químicos	Os valores de concentrações médias (X, em unidade de percentagens, ppb, e ppm)
Ouro (Au)	103,00
Prata (Ag)	0,00
Arsênio (As)	13,40
Cobalto (Co)	76,80
Cromo (Cr)	19080,00
Ferro (Fe)	20,44
Níquel (Ni)	1100,00
Antimônio (Sb)	0,60
Urânio (U)	4,10
Zinco (Zn)	360,00

Tabela 5.70. Os resultados dos cálculos de desvios padrões para cada elemento químico através da análise estatística por Microsoft Office de Excel da área estudada de Vemassee.

Elementos Químicos	Os valores de desvios padrões ( $\sigma$ , em unidade de percentagens, ppb, e ppm)
Ouro (Au)	88,10
Prata (Ag)	0,00
Arsênio (As)	2,97
Cobalto (Co)	24,49
Cromo (Cr)	9768,67
Ferro (Fe)	3,29
Níquel (Ni)	0,00
Antimônio (Sb)	0,00
Urânio (U)	0,00
Zinco (Zn)	151,66

Na realização os objectivos deste trabalho da tese referidos, os dados mineralógicos e geoquímicos desta área estudadas também foram analisados pela análise de cluster ou agrupamentos.

Nas calculações de coeficientes de correlações de Pearson (R) para os diferentes locais da parte geoquímica e mineralógicas, mostram as correlações entre as amostras maioria são idênticas ou muito fortes (em valores positivos), notar que todas aos níveis de 0,92 até 1, estas indicam que os materiais dos sedimentos aluvionares são originados das mesmas rochas. E nas calculações para os componentes mineralógicos e elementos químicos, mostram as correlações entre hematite e pirite, espinela com hematite, ilmenite e granada., e entre arsênio com cobalto e cromo, são muito fortes (em valores negativos), em que apresenta uma relação oposta entre eles nas suas presenças ou são originados dos minerais diferentes ou não idênticos.

Tabela 5.71. Coeficientes de correlação de Pearson (R) para os diferentes locais da parte mineralógica através da análise de cluster ou agrupamentos da área estudada de Vemasse.

Referência de amostragens	MVVB-PA037	MVVB-PA038	MVVB-PA039	MVVB-PA040	MVVB-PA041
MVVB-PA037	1,00	0,73	<b>0,90</b>	0,92	0,31
MVVB-PA038		1,00	<b>0,98</b>	<b>0,97</b>	0,17
MVVB-PA039			1,00	<b>1,00</b>	0,27
MVVB-PA040				1,00	0,04
MVVB-PA041					1,00

Tabela 5.72 Coeficientes de correlação de Pearson (R) para os diferentes componentes mineralógicos através da análise de cluster ou agrupamentos da área estudada de Vemasse.

Composições Mineralógicas	Pirite	Magnetite	Hematite	Limonite	Ilmenite	Anatase	Espinela	Picotite	Granada
Pirite	1,00	<b>0,00</b>	-0,90	0,84	-0,57	<b>0,00</b>	<b>1,00</b>	<b>0,00</b>	-0,27
Magnetite		0,00	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
Hematite			1,00	-0,69	0,82	<b>0,00</b>	<b>-1,00</b>	<b>0,00</b>	0,66
Limonite				1,00	-0,40	<b>0,00</b>	<b>1,00</b>	<b>0,00</b>	0,02
Ilmenite					1,00	<b>0,00</b>	<b>-1,00</b>	<b>0,00</b>	0,61
Anatase						0,00	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
Espinela							1,00	<b>0,00</b>	<b>-1,00</b>
Picotite								0,00	<b>0,00</b>
Granada									1,00

Tabela 5.73. Coeficientes de correlação de Pearson (R) para os diferentes locais da parte geoquímica através da análise de cluster ou agrupamentos da área estudada de Vemasse.

Referência de amostragens	MVVB-PA037	MVVB-PA038	MVVB-PA039	MVVB-PA040	MVVB-PA041
MVVB-PA037	1,00	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>
MVVB-PA038		1,00	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>
MVVB-PA039			1,00	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>
MVVB-PA040				1,00	<b>1,00</b>
MVVB-PA041					1,00

Tabela 5.74. Coeficientes de correlação de Pearson (R) para os diferentes elementos químicos através da análise de cluster ou agrupamentos da área estudada de Vemasse.

Elemento químico	Au (ppb)	Ag (ppm)	As (ppm)	Co (ppm)	Cr (ppm)	Fe (%)	Ni (ppm)	Sb (ppm)	U (ppm)	Zn (ppm)
Au (ppb)	1,00	<b>0,00</b>	0,60	-0,76	-0,73	0,71	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	-0,94
Ag (ppm)		0,00	<b>0,00</b>							
As (ppm)			1,00	-0,85	-0,81	-0,36	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	-0,46
Co (ppm)				1,00	0,99	-0,15	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	0,69
Cr (ppm)					1,00	-0,21	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	0,75
Fe (%)						1,00	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	-0,14
Ni (ppm)							0,00	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
Sb (ppm)								0,00	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
U (ppm)									0,00	<b>0,00</b>
Zn (ppm)										1,00

## 5.2. CONCLUSÕES

As ocorrências e abundâncias dos componentes mineralógicos e elementos químicos que importantes e significativos, nas suas presenças são variados em cada área estudada, em que depende de alguns factores.

### 1. Áreas de Tibar e Circundantes

As presenças dos elementos químicos valiosos mais abundâncias nas áreas estudadas de Tibar e circundantes são no sector de Bairopiete., em que encontrado o ouro em 1060 ppm e crómio em 120 ppm.

As ocorrências destes elementos neste sector são diferenças, como: o ouro pode ser ligada ao tipo de depósito filoneanos, que corresponde a preenchimento dos fluidos de água hidrotermais e/ou metamorfismo nas fracturas e/ou veios de estruturas. Este argumento é corroborado pelos dados obtidos no campo, em que

principalmente, neste sector é construída pelas grandes manchas das rochas ígneas básicas a ultrabásica que foram instaladas acima duma série das rochas metamórficas e as presenças do elemento químico de arsênio que mais abundância ou anomalias de arsênio num local de amostras colhidas, através da análise geoquímica. Porque na ocorrência dele, o arsênio associado com o ouro e a prata nos filões hidrotermais (Peroni, 2003).

Enquanto, a ocorrência de cromo é ligada ao tipo do jazigo ortomagmático, corresponde às presenças de sequência das rochas ígneas básicas a ultrabásicas, como basalto, gabros, peridotitos, etc. Principalmente, são originados dos processos de diferenciação magmática ou cristalização fraccional de diferença densidade ou tamanho de grãos.

Nos trabalhos futuros da prospecção geológica dos minerais metálicos nesta região poderia encontrar os depósitos dos minérios que potenciais e económica a exploração, porque a mostra de concentração que foi colhida no montante do rio de Kakaulidun dos sedimentos aluviões registados em grande teor.

## **2. Área de Hera**

Como no sector de Bairopiete das áreas estudadas de Tibar e circundantes, as ocorrências dos minérios de ouro, cromo e ferro são ligadas aos tipos dos depósitos filoneanos e ortomagmáticos, em que as fontes destes depósitos situada na zona de exploração dos materiais construções pela companhia de Montana Diak.

Este argumento é corroborado pela presença do mineral indicador de arsênio em grande teor de 112 ppm na análise geoquímica desta região.

### 3. Área de Ilimano

A área de Ilimano é uma região metalogenética que muito potencial a exploração dos minérios de ouro e crómio. As ocorrências destes elementos também podem ser ligadas aos tipos dos depósitos ortomagmáticos e filoneanos.

Este argumento é estabelecido pela presença do elemento indicador de arsênio em grande teor nesta região e das informações geológicas que foram tomadas notas no campo., em que esta área estudada de Ilimano é formada pela sequência ofiolítica da formação de Aileu, que constituída pelas rochas ígneas básicas a ultrabásicas pouco deformado até muito deformado, como: basaltos, gabros, peridotitos, e associações de peridotitos e gabros brechificados, peridotitos a basaltos serpentinizados, anfíbolitos, xistos, marmores, etc., as presenças destas rochas da sequência ofiolítica responsável às ocorrências dos depósitos ortomagmáticos de cromite e filoneanos de ouro (Au).

Estes minérios são recursos identificados, porque já tinha estudado ou pesquisado pelos outros autores estrangeiros anteriores do tempo português até a indonésio e um destes minerais já tinha explorado pelas pessoas residências desta região.

O jazigo ortomagmático de cromite neste momento interpretada e considerado como depósito de pediforme, onde caracterizado pelas estruturas lenticulares e descontínuas, assim, nos trabalhos anteriores não encontrado uma reserva deste minério.

#### 4. Área de Cribas

Na área de Cribas, as ocorrências dos minérios importantes e valiosos, como crómio e ouro não são iguais como nas áreas estudadas anteriores, estes minérios ligadas aos jazigo tipo placer que associado a deposição de sedimentos dos terraços fluviais da formação de Ainaro, porque as presenças deles mais abundância são no dentro da área que formado por destes materiais.

Formação de Ainaro é constituída pelos sedimentos desagregados, dos materiais meteorizados e erodidos de rochas, em que trouxeram também alguns minerais importantes e significativos a depositar nesta região.

Mas, existe também outro tipo jazigo filoneano nesta região, em que é corroborado pela presença do mineral indicador de arsênio associado com o ouro no sector de Tuquetin e Orok Maten, que parece ser ligada a instalação de basaltos na formação de Atahoc.

#### 5. Área de Soibada

A presença e ocorrência de crómio nesta área estudada podem ser ligadas às presenças das rochas ígneas básicas a ultrabásicas na formação de Lolotoi, e este elemento distribuído bem disseminada nos sedimentos aluvionares do rio de Buarahun em teor que mais ou menos nos níveis altos.

A presença e ocorrência de ouro em teor de 165 ppb na 32ª Paragem ou no local de amostra colhida de BMSM – PA015 podem ser ligadas ao tipo de depósito filoneano do processo hidrotermal e também associado com as rochas encaixantes. Esta interpretação baseado a informação geológica que obtido no campo, em que nesta área estudada existe uma zona que há impacto pelo processo hidrotermal, por isso, encontradas as zonas de alterações hidrotermais de propilitização e caolinitização na 32ª Paragem e uma grande zona de metamorfismo contacto com características que indicam ao processo hidrotermal do que às

problemas estruturais. E este minério associado com rochas encaixantes, porque os filões quartzosos que encontrado em espessura pequena, são puros ou branco leitoso e não mostram as estruturas de bandadas internas e/ou stockwork., enquanto, da análise geoquímica mostra a presença e abundância do mineral indicador de arsênio nesta região, indicam ouro é ligada ao tipo de depósito filoneano.

Assim, nos trabalhos futuros da prospecção geológica dos minerais metálicos poderia encontrar a fonte de depósito do minério de ouro e crómio que potencial e económica a explorar.

## **6. Área de Laleia**

As ocorrências dos minérios de ouro e crómio podem ser ligadas aos tipos dos jazigos filoneanos, onde é estabelecido pela existência do mineral indicador de arsênio na análise geoquímica, e ortomagmáticos.

As presenças deste minério nesta região são associadas com os blocos exóticos das outras formações que foram instaladas no dentro de Bobonaro Scaly Clay, como: unidade da sequência ofiolítica da formação de Aileu, unidade de ígneas e calcários de Maubisse, unidade das rochas ígneas básicas a ultrabásicas do complexo de Lolotoi, etc.

Esta interpretação é baseada às presenças destes minérios em grandes números não contínuos ao montante do rio de Laleia ou só em alguns sítios e aos dados obtidos no campo que maioria é formada por argilas de várias cores de Bobonaro Scaly Clay.

## 7. Área de Vemasse

Como na área estudada de Laleia, as ocorrências do minério de ouro e crómio podem ser ligadas aos tipos dos depósitos filoneanos e ortomagmáticos.

A presença de crómio em grande teor nos sedimentos aluvionares indica que existe uma potencial e económica do jazigo de cromite nesta região, que neste momento interpretada e pode ser considerar como de depósito de estratiforme, onde caracterizado pela estruturas de bandadas e contínua. Assim, a existência de crómio associado com uns grandes blocos exóticos da sequência ofiolítica, como da formação de Aileu que foram instaladas no dentro de Bobonaro Scaly Clay.

Enquanto, o ouro pode ser associado também com os blocos exóticos das rochas ígneas básicas a ultrabásicas da formação de Maubisse ou do complexo de Lolotoi. Este argumento foi estabelecido pela interpretação dos resultados da análise de agrupamentos que mostram a correlação entre ouro e ferro são mais ou menos idênticas.

Assim, no trabalho futuro, temos a realizar uma actividade de prospecção geológicas dos minerais metálicos mais detalha nesta região para determinar, localizar e delinear as zonas dos blocos exóticos que ricos em alguns minérios importantes, porque dos dados geoquímicos mostram as presenças dos elementos referidos em grandes teores, que implicam que existem alguns depósitos destes minérios que potenciais e económicas a exploração.

## 6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A existência de informação muito diferente, obtida em diferentes períodos e com diferentes fins faz com que o tema dos recursos minerais em Timor-Leste seja um tema que raramente é discutido com bases científicas, mas apenas com informações de senso comum ou de conhecimento empírico.

Com este trabalho procuramos mudar este paradigma tratando de obter dados que são cientificamente válidos e efectuando amostragens e análises que podem ser verificadas e confirmadas.

No que diz respeito às zonas alvo escolhidas podemos referir como situações mais promissoras as que se referem à presença de elementos básicos, incluindo o crómio e algumas das ocorrências descritas para o ouro, carecendo muito embora estas de uma pesquisa mais aprofundada, nomeadamente no que diz respeito à determinação da sua origem primária ou secundária.

### 6.1. CRÓMIO (Cr)

As presenças de crómio mais favoráveis e numerosas ocorrem nas áreas estudadas de Ilimano, Cribas, Laleia e Vemasse. As ocorrências de Cr estão ligadas ao tipo do jazigo ortomagmático associado as rochas ígneas básicas e ultrabásicas da sequência ofiolítica da formação de Aileu.

As regiões que têm mais potencial para a exploração de cromite são as áreas de Laleia e Vemasse, porque pode ser relacionar-se com depósitos de estratiformes que podem ter uma grande espessura do bandado de cromite. Esta interpretação foi estabelecida pela presença do crómio nas análises geoquímicas efectuadas onde se detectaram grandes concentrações. Mas, da informação geológica obtido no campo, este

minério associado com uns grandes blocos exóticos das rochas ígneas básicas a ultrabásicas que pode ser da formação de Aileu dentro da formação de Bobonaro.

Enquanto, as áreas estudadas de Ilimano e Cribas não serão grandes potenciais, porque são ligados a depósitos estratiformes lenticulares ou ao depósito do tipo *placer*, associado com sedimentos dos terraços fluviais da formação de Ainaro., no último caso, ou onde as presenças de cromite são caracterizadas por estruturas lenticulares ou enriquecidos só nuns alguns sítios, no primeiro. Estes argumentos são corroborados pela análise dos resultados da análise geoquímica que mostram as abundâncias de crómio com teores muito variáveis de local para outro local ou não a todos locais ou suas distribuições não bem disseminadas em todos locais das amostras colhidas.

## 6.2. OURO (Au)

A ocorrência de ouro mais interessante está relacionada com depósitos filonianos e rochas encaixantes do mesmo em consequência de um processo de alteração hidrotermal, nas áreas estudadas de Soibada, Laleia, Vemasse e o sector de Bairopiete das áreas estudadas de Tibar , onde nos resultados da análise geoquímica das amostras de concentração da linha de água mostram os números de concentração elevados, que variam entre 87 e 1160 ppb.

Como o crómio, nas áreas estudadas de Laleia e Vemasse, as presenças de ouro estão associadas aos grandes blocos exóticos das rochas ígneas básicas a ultrabásicas dentro da formação de Bobonaro. Enquanto, na área de Soibada, se associam a rochas encaixantes de xistos serpentinizados do complexo de Lolotoi e a zonas de alterações hidrotermal de propilitização e caolinitização., além de estar ligada ao tipo filoniano, que foi interpretado pela presença de arsênio, mais abundantes nesta área. No sector de Bairopiete, com tipo de depósito filoniano, que corresponde a preenchimento dos fluidos de água de hidrotermais e/ou

metamorfismo nas fracturas e/ou veios de estruturas, em que associado com uma grande manchas das rochas ígneas básicas a ultrabásica que foram instaladas acima numa série das rochas metamórficas.

Assim, no trabalho futuro da prospecção geológica dos minerais metálicos mais detalhada nestas regiões potenciais espera encontrar, localizar, determinar e delinear as zonas e os blocos exóticos que composto deste jazigo, porque de todas informações geológicas obtidos no campo e dos dados geoquímicos que mostram as presenças dos elementos referidos em grandes teores, indicam que existem alguns depósitos destes minérios que têm potenciais e económicas a exploração.

Os métodos delineados neste estudo, nomeadamente a mineralometria e a geoquímica de sedimentos de linha de água, mostraram ser eficazes para numa primeira fase se efectuar uma cobertura nacional por forma a delimitar as principais zonas potenciais para futuras pesquisas.

O recurso a ferramentas SIG permitiu que seja efectuada uma interpretação clara dos resultados e uma confrontação com factores condicionantes da mineralização, como sejam a geologia, os factores climáticos, etc.

Do que foi dito é recomendável que esta metodologia barata, expedita e que fornece bons resultados seja estendida a todo o território nacional.

## Trabalhos Futuros

Esperamos que o resultado deste trabalho ajude a determinar e a delinear as áreas com menos interesse para a prospecção de recursos minerais metálicos assim como a escolher as técnicas e os métodos que melhor se adaptam à pesquisa de ouro e crómio. Deste modo poderia-se poupar tempo e dinheiro na realização da prospecção geológica dos minerais metálicos e avançar a mesma nas regiões que têm melhores potenciais mineiros e económicas para a exploração e rejeitar outras menos interessantes.

A actividade de pesquisa geológica de ouro seria realizar a imediatamente no sector de Bairopiete na área de Tibar, região de Uma Kaduak na área de Ilimano, Monte de Maun Fahé da área de Soibada, sector de Cairui da área de Laleia, e regiões de Caicua e monte de Virac da área de Vemassee.

Em relação à cromite, seria as regiões de Uma Kaduak da área de Ilimano, sector de Aikudan de Cribas, áreas do suco de Cairui de Laleia e Caicua inclui também o Monte de Virac de Vemassee, são os que devem merecer mais atenção.

Nas regiões de Monte de Maun Fahé e Caicua, Monte de Virac das áreas de Laleia e Vemassee, deverão aplicar-se técnicas e métodos um pouco diferentes ou específicos porque estão associados a grandes áreas onde predominam os blocos exóticos. Também no Monte de Maun Fahé da área de Soibada, em que a mineralização está associada as rochas encaixantes afectadas por processos hidrotermais, devem ser aplicados métodos e técnicos adequados.

Algumas destas áreas podem ter reservas de ouro e crómio económicas, assim pelo que se devem avançar com a prospecção até à realização de trabalhos de grande detalhe.

## Bibliografia

- Agoes Wiloso, D., 2004. Diktat Kuliah : Geomorfologi dan Petrologi, FTMK – Jurusan Teknik Geologi. Intitut Teknologi Adhi Tama Surabaya : Surabaya - Indonesia.
- Alberto Cavalcanti, Carlos., et al., 2003. Manual de Geoquímica do PGAGEM. Brasil.
- Allied Mining Corporation, 1937. *Exploration of Portuguese Timor: Report of Allied Mining Corporation to Asia Investment Co., Ltd.* Kolff & Co., Batavia & Amsterdam.
- Anderson, G.M., 1975. Precipitation of Mississippi Valley-type ore fluids. *Economic Geology* 70, 937–942.
- Anderson, I.K., Ashton, J.H., Boyce, A.J., Fallick, A.E., Russell, M.J., 1998. Ore depositional processes in the Navan Zn–Pb deposit, Ireland. *Economic Geology* 93, 535–563.
- Audley-Charles, M.G., 1965. A geochemical study of Cretaceous ferromanganiferous sedimentary rocks from Timor. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 29, 1153-1173.
- Audley-Charles, M.G., 1968. The geology of Portuguese Timor. *Mem. Geol. Soc. Lond.* 4.
- Audley-Charles, M.G., Carter, D.J. & Barber, A.J. 1974. Stratigraphic basis for tectonic interpretations of the outer Banda Arc, eastern Indonesia. *Proc. Indon. Petrol. Assoc.* 3, 25-44.
- Audley-Charles, M.G., 2004. Ocean trench blocked and obliterated by Banda forearc collision with Australian proximal continental slope. *Tectonophysics* 389, 65-79.
- Audley-Charles, M. G., 2011. Tectonic Post – Collision Process in Timor. Department of Earth Sciences. University College London: London – England.
- Bachri, S. & Situmorang, R.L., 1994. Geological map of the Dili Sheet, East Timor. 1:250,000. GRDC.
- Barber, A.J. & Audley-Charles, M.G., 1976. The significance of the metamorphic rocks of Timor in the development of the Banda Arc, eastern Indonesia. *Tectonophysics* 30, 119-128.
- Barber, A.J., Audley-Charles, M.G. & Carter, D.J. 1977. Thrust tectonics on Timor. *J. Geol. Soc. Aust.* 24, 51-62.
- Barber, A.J., 1979. Structural interpretation of the island of Timor, eastern Indonesia. *SEAPEX Proc.* 4, 9-21. Also in: *The Geology & Tectonics of Eastern Indonesia* eds. A.J. Barber & S. Wiriyosujono. *GRDC Spec. Publ.* 2, 183-197.

- Barrie, C.T., Hannington, M.D., 1999. Classification of volcanic associated massive sulfide deposits based on host rock composition. In: Barrie, C.T., Hannington, M.D. (Eds.), Volcanic-associated massive sulfide deposits; processes and examples in modern and ancient settings. Reviews in Economic Geology, vol. 8. Society Economic Geologists, pp. 2–12.
- Barriga, Fernando J. A. S. Jazigos Sedimentares. Universidade de Lisboa – Portugal
- Bemmelen Van, R. W, 1949, *The Geology of Indonesia*, Vol I-A, Gov. Printed Office, The Hague, 732 p.
- Bemmelen, R.W. van. 1949. *The Geology of Indonesia*. Government Printing Office, The Hague.
- Berry, R.F. 1979. *Deformation and Metamorphism of the Aileu Formation, East Timor*. Unpublished Ph.D. thesis, Flinders University of South Australia.
- Berry, R.F. 1981. Petrology of the Hili Manu lherzolite, East Timor. *J. Geol. Soc. Aust.* 28, 453-469.
- Beyrich, E. 1862. Untitled brief report commencing: Uber Gebirgesarten und Versteinerungen, welche von dem Artze Dr Schneider in der Gegend von Koepang auf der Insel Timor gesammelt wurden. *Zeits. der Deutschen Geol. Gesellsch.* 14, 537.
- Beyrich, E. 1865. Uber eine Kohlenkalk-Fauna von Timor. *Abh. der Koniglichen Akad. der Wissenschaften zu Berlin 1864*, 59-98.
- Blundell, D J., et al., 2002. The Timing and Location of Major Ore Deposits in an Involving Orogen. The Geological Society. London . England.
- Carter, D. J. [et al.] 1976. The structure of Timor. In: 25th International Geological Congress, Sydney, 16th-24th August, 1976, Abstracts 1(1) : Precambrian Geology, 79-80.
- Carter, D.J., Audley-Charles, M.G. & Barber, A.J. 1976. Discussion of “Stratigraphical analysis of an island arc-continental margin collision zone in eastern Indonesia”. *J. Geol. Soc. Lond.* 132, 358-361.
- Carvalho, A.M. Galopim & Magelhaes Ramalho, M. 1963. Notas sobre as areias magnetiticas da ilha Atauro (Timor Portugues). *Bol. Soc. Geol. Port.* 15, 47-62.
- Charlton, T.R. 1989. Geological cross-section through the Timor collision complex, eastern Indonesia. In: Proceedings of the 6th Regional Conference on the Geology, Mineral and Hydrocarbon Resources of Southeast Asia, ed.B. Situmorang, 93-104. IAGI.
- Charlton, T.R. 2002 A. The Petroleum Potential of East Timor. APPEA Proceedings.

- Charlton, T.R. 2002 B. The structural setting and tectonic significance of the Lolotoi, Laclubar and Aileu metamorphic massifs, East Timor. *J. Asian Earth Sci.* 20, 851-865.
- Corbett, G. J., & Leach, T. M., 1996, *Southwest Pacific Rim Gold – Copper Systems : Structure, Alteration and Mineralization*, Jakarta.
- Crostella, A. A., Powell, D.E., 1975. Geology and hydrocarbon prospects of the Timor area Proceedings of the Fourth Annual Convention. Indonesian Petroleum Association, Jakarta. June 1975, 17 pp.
- Crostella, A. 1981. Arc-continent collision in Banda Sea region: discussion [of paper by Bowin et al., 1980]. *Bull. Am. Assoc. Petrol. Geol.* 65, 866.
- Departamento de Geologia da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa., 2007. Unidade de Trabalhos Práticos no 6 : Jazigos de Sulfuretos Maciços.
- Dias Alveirinho, J., 2004. A Análise Sedimentar e O Conhecimento dos Sistemas Marinhos: Minerais Pesados – Versão Preliminar. Universidade de Algarve – Faro, Portugal.
- Dinas Pertambangan Dati I Timor Timur dan PT Argeomap Likta. 1992-1996. Laporan Permetaan Semi-mikro Bahan Galian Golongan C di Kabupaten Aniara, Aileu, Baucau, Bobonaro, Covalima, Dili, Emera, Lautem, Liquica, Manatuto dan Maufahi.
- Dinas Pertambangan Dati I Timor Timur. 1997. Informasi Potensi Pertambangan Bahan Galian Gelongan C Timor Timur, Dili, 1997.
- Dinas Pertambangan dan Energi., 1998. Statistik dan Informasi Pertambangan dan Energi daerah Timor Timur: Dili – Timor Timur.
- Directorate of Mineral Resources, 1984. Batuan fosfat, belerang, yodium, dolomite, lempung, bentonit, kaolin, dan asbes. *Info. Brosur 5* (in Bahasa Indonesia).
- Directorate of Mineral Resources (Direktorat Jenderal Geologi dan Sumberdaya Mineral), 1990. Potensi daerah Timor Timur. (in Bahasa Indonesia).
- Directorate of Mineral Resources, 1990A. *Industrial minerals and rock distribution map of Indonesia*, 1:5,000,000.
- Directorate of Mineral Resources, 1990B. *Metallic mineral distribution map of Indonesia*, 1:5,000,000.

- Directorate of Mineral Resources, 1990C. *Detrital metallic mineral distribution map of Indonesia*, Yaya Sunarya, editor, 1:5,000,000.
- Directorate of Mineral Resources, 1990D. *Map of gold deposits and occurrences in Indonesia: geological setting*, Yaya Sunarya, editor, 1:5,000,000.
- Directorate of Mineral Resources, 1991. *Iron and ferro-alloy metallic mineral distribution map*, 1:5,000,000.
- Directorate of Mineral Resources, 1993. *Base metal minerals occurrences map in Indonesia*, Sukimo Djaswadi, editor.
- Directorate of Mineral Resources, 1995. *Base metal mineral distribution map in Indonesia*, S. Djaswadi and K. Yudawinata, editors. 1:5,000,000.
- Directorate of Mineral Resources, 1995. *Map of precious stone occurrences and their distribution in Indonesia*, Seksi Batumulia, editor, 1:5,000,000.
- Directorate of Mineral Resources, 1997. *Economic mineral distribution map in Indonesia*, 1:5,000,000
- Directorate of Mineral Resources Inventory, 2002. *Mineral Resources Potential of Timor Lorosae*. Information note. Bandung, Indonesia.
- Duke, J. M., 1982. *Magmatic Segregation Deposits of Chromite*. Geological Survey of Canada. Ottawa, Ontario – Canada.
- ESCAP, 2003. *Geology and Mineral Resources of Timor-Leste*. Atlas of Mineral Resources of the ESCAP Region. Vol. 17.
- ESCAP, 2004. *Geology and Mineral Resources of Timor-Leste*. Atlas of Mineral Resources of the ESCAP Region 17.
- Falloon, T J., et al., 2006. *Whole-rock geochemistry of the Hili Manu peidotite, East Timor: implication for the origin of Timor ophiolites*. Australia.
- Gageonnet, R. & Lemoine, M. 1958. *Contribution a la connaissance de la geologie de la province portugaise de Timor*. *Estud. Ensoaios Docum. Jta. Invest. Ultramar* 48, 1-138.
- Glasby, Geoffrey P. *Manganese: Predominant Role of Nodules and Crust*. (<http://www.google/depósito de manganês.com>) (acesso em Novembro de 2011).
- Hamilton, W. 1972. *Preliminary tectonic map of the Indonesian region* 1:5.000.000. U.S. Geol. Surv. Open

File Rep., 3sheets.

Hamilton, W. 1979. Tectonics of the Indonesian Region. *U.S. Geol. Surv. Prof. Pap.* 1078.

Hamilton, J.M., Delaney, G.D., Hauser, R.L., Ransom, P.W., 1983. Geology of the Sullivan Deposit, Kimberley, B.C., Canada. Mineralogical Association of Canada Short Course Handbook 9, 31–83.

Hamson, G., 2004. The Tectonic Evolution of East Timor and the Banda Arc. Bachelor degree (B.Sc). University of Melbourne: Melbourne – Australia.

Hannington, M.D., 1999. Auriferous polymetallic massive sulfides and the VMS-epithermal transition: a new exploration target. In: Hodgson, C.J., Franklin, J.M. (Eds.), *New developments in the geological understanding of some major ore types and environments, with implications for exploration*. Short Course, pp. 101–123.

Hanor, J.S., 1994. Physical and chemical controls on the composition of waters in sedimentary basins. *Marine and Petroleum Geology* 11, 31–45.

Hantoro, W.S., Sofian, A. & Abidin, Z. 1994. Geologi dan sumberdaya air wilayah pesisir utara lintasan Liquica-Los Palos, Propinsi Timor Timur. *Prosiding hasil-hasil penelitian Puslitbang Geoteknologi-LIPI 1993/1994* 1, 464-488.

Harris, R. A., Sawyer, R. K. & Audley-Charles, M.G. 1998. Collisional melange development: geologic associations of active melange-forming processes with exhumed melange facies in the western Banda orogen, Indonesia. *Tectonics*, 17, 458–479.

Harris, R.A. & Long, T. 2001. The Timor Ophiolite, Indonesia: model or myth? In: *Ophiolites and Ocean Crust: New Insights from Field Studies and the Ocean Drilling Program*, eds. Y. Dilek, E.M. Moores, D. Elthon & A. Nicolas. *Geol. Soc. Am. Spec. Pap.* 349, 327-335.

Harsolumakso, A.H., Villeneuve, M. & Blanchet, R. 1990. Melange and superficial deposits in Timor, eastern Indonesia: a discussion (abs.). *Orogenesis in Action* conference, Geol. Soc., Abstract volume p.28.

Hedenquist, Jeffrey W., & Wairakei, D. S. I. R., 1987, *Epithermal Gold : A Short Course On Theory And Practical Application*, Bandung - Indonesia.

Heinrich, C.A., 1990. The chemistry of hydrothermal tin(-tungsten) ore deposition. *Economic Geology* 85 (3), 457–481. Hemley, J.J., Cygan, G.L., Fein, J.B., Robinson, G.R., D'Angelo, W.M., 1992. Hydrothermal ore forming processes in the light of studies in rock-buffered systems: I. Iron–Copper–Zinc–Lead Sulfide solubility relations. *Economic Geology* 87, 1–22.

<http://www.google/depósitos ortomagmáticos.pdf/depósitos ortomagmáticos associados com rochas básicas e ultrabásicas.pt>. Acesso no mês de Setembro de 2011.

<http://www.wikipédia/clima e demografia de Timor Leste.com>. Acesso no mês de Julho de 2011.

<http://www.wikipédia/Timor Leste.com>. Acesso no mês de Julho de 2011.

Kanwil Departemen Pertambangan dan Energi Sulawesi Selatan, 1986. Pemetaan Semimikro.

Kanwil Departemen Pertambangan dan Energi, NTB, 1991. Keglatan Peninjauan.

Kanwil Departemen Pertambangan dan Energi Propinsi Timor Timur, 1994. Cadangan dan Potensi Pertambangan Timor Timur, Dili.

Kanwil NTB, 1995. Lokasi dan Potensi Sumberdaya Mineral (Bahan galian Golongan B dan C Propinsi Timor Timur. *Wilaya kerja Propinsi Bali, NTB, NTT and Timor Timur*.

Kaylene, Camuti., Taylor, Roger G., & Clarke, Gavin W., 1998, *Epithermal Precious Metal (Au, Ag) Deposits*, Economic Geology Research Unit – James Cook University, Australia.

Keep, M., & Haig, D. 2009. Deformation and exhumation in Timor: Distinct stage of a young orogeny. *Tectonophysics*. School of Earth and Environment. University of Western Australia: Australia.

Keep, M., Barber, L. & Haig, D. 2009. Deformation of the Cablac Mountain Range, East Timor: an overthrust stack derived from the Australian continental margin. *J. Asian Earth Sci.* 35, 150-166.

Keep, M. & Haig, D.W. 2010, in press. Deformation and exhumation in Timor: distinct stages of a young orogeny. *Tectonophysics*.

Lacombe, Olivier., e tal., 2005. Thrust Belts and Foreland Basins: From Fold Kinematics to Hydrocarbon Systems. France.

Landim, P. M. Barbosa., 2002. Análise Estatística de Dados Geológicos Multivariados. Departamento de Geologia Aplicada, Universidade Estadual Paulista (UNESP). Rio de Janeiro – Brasil.

- Lawless, J. V., & White, P. J., 1995, *Epigenetic Magmatic – Related Mineral Deposits : Exploration Based on Mineralization Models*, Kingston Morrison mineral services, New Zealand.
- Leach, Terry M., 1998, *Alteration And Mineralisation In Hydrothermal Systems*, New Zealand, Jakarta : P.T. Indo Muro Kencana.
- Leme, J. de Azeredo. 1968. Breve ensaio sobre a geologia da provincia de Timor. *Curso de Geologia de Ultramar I*, 105-161.
- Lydon, W. J., 1984. Volcanogenic Massive Sulphide Deposits: Part 1 – A Descriptive Model. Geological Survey of Canada: Ottawa, Ontario – Canada.
- Manuel Prates Catarino, Bruno., 2009. Modelação Tridimensional de Uma Jazida Mineral Prospectada Por Sondagens e Objectivando a Sua Exploração a Céu Aberto. Mestre, Dissertação. Universidade Técnica de Lisboa – Portugal.
- Mckelvey, V. E. (1973). Mineral potential of the United States. In Cameron, E.N. eds. The mineral position of the United States 1975-2000. Madinson. University Winsconsin Press: 67-82.
- Milman, A. Juarez., 2009. Produto 6 – Geoquímica no Brasil: Bases dos Dados Existentes e Necessidades Futuras de Aquisição. Ministério de Minas e Energia – Brasil.
- Misalayuk, Z., 1997, *Aplikasi Metoda Geokimia Untuk Menentukan Arah Eksplorasi Emas ; PT Aneka Tambang (Persero)*, Yogyakarta.
- Monteiro, F. da Costa, 2003. *Late Triassic strata from East Timor: stratigraphy, sedimentology and hydrocarbon potential*. M.Sc. thesis, Auckland University.
- Nogueira, P., 2010 A. Apontamento da disciplina de processos e modelos metalogenéticos, 4 pp. Faculdade de Ciência da Terra, da Atmosfera e do Espaço – Departamento de geologia. Universidade de Évora: Évora – Portugal.
- Nogueira, P., 2010 B. Geologia de Timor Leste – Uma breve introdução histórico – bibliográfica, 4 pp. Évora – Portugal.
- Nogueira, P., Rodrigues, D., e os amigos., 2010 C. Movimentos de vertente em Timor-Leste : uma abordagem baseada em detecção remota e na análise por SIG. Volume X – no Y, VIII Congresso Nacional de Geologia.

- Partoyo, E., Hermanto, B. & Bachri, S. 1995. Geological map of the Baucau Quadrangle, East Timor. 1:250,000. GRDC.
- Pena, Luciano. Pesquisa Mineral – Curso Técnico de Mineração ([http://www.google/pesquisa\\_mineral.com](http://www.google/pesquisa_mineral.com)) (acesso em novembro de 2011).
- Peroni, Rodrigo., 2003. Mineralogia – Estudo dos Minerais. Departamento de Engenharia de Minas – BRASIL: UFRGS.
- Pracejus, Bernhard., 2008. The Ore Mineral Under The Microscope: An Optical Guide. Amsterdam, The Netherlands.
- Prihatmoko, Sukmandaru dkk., 1997, *Tantangan Dalam Eksplorasi Emas Pada Sistem Porfiri dan Epitermal*, Yogyakarta.
- Ramos, J. M., 2006. Capítulo 3 – Principais Recursos Concelhos de Chaves, Montalegre e Boticas: Mineração e Povoamento na Antiguidade no Alto Trás-os-Montes Ocidental. Portugal.
- Restu, D., 2003, *Diktat Kuliah : Endapan Mineral*, FTMK – Jurusan Teknik Geologi, Surabaya : ITATS.
- Richardson, A.N., Blundell, D.J. 1996 Continental collision in the Banda Arc. In: R. Hall and D.J. Blundell, (Eds.) *Tectonic Evolution of Southeast Asia* Geological Society of America Special Publication 106, 47-60.
- Roberts, R. G., & Sheahan, P. A., 1983. Ore Deposit Models. Reprint Series 3. Geoscience Canada: Canada.
- Roberts, R.G., & Sheahan, P.A., Geoscience Canada Reprints Series 3 : *Ore Deposit Models*, Geological Association of Canada, Canada.
- Rodrigues, D., 2003. Movimento de vertente em Timor Leste, pp 10 (em slide de apresentação). Universidade da Madeira: Madeira – Portugal.
- Rosidi, H.M.D., Suwitodirdjo, K. & Tjokrosapoetro, S. 1981. Geologic map of the Kupang-Atambua Quadrangles, Timor. 1:250,000. (And accompanying brochure). GRDC.
- S. Suryono, Sugeng., dkk., 2002, Buku Panduan : *Ekskursi Geologi Regional 2002 Jawa Tengah – Jawa Timur*. Yogyakarta : FTUGM – Jurusan Teknik Geologi YOGYAKARTA.
- Sampaio, J. A., et al., 2005. Rochas e Minerais Industriais – Capítulo 24: Manganês. Centro de Tecnologia Mineral, Ministério da Ciência e Tecnologia: Rio de Janeiro – Brasil.

- Silva Martins, Luiz Roberto., 2007. Aspectos Científicos dos Recursos Minerais Marinhos [http://www.google/recursos\\_minerais.com](http://www.google/recursos_minerais.com) (acesso em Novembro de 2011).
- Sitepu, Doa Restu., 2004. Potensi dan Sumberdaya Mineral Timor Leste. Teknik Geologi, Surabaya – ITATS (Unpublished).
- Sudradjat M, D., 1982, *Geologi Ekonomi*. Yogyakarta : FTI ITB – Jurusan Pendidikan Geologi.
- Thayer, T. P., 1969. Gravity differentiation and magmatic re-emplacment of podiform deposits: Economic Geology, Monograph 4, . 132 – 146.
- Universidade de Lisboa, 2007 A. Recursos Minerais Metálicos: Jazigos de Sn e W do Tipo Filoneano e do Tipo Greisen. Departamento de Geologia da Faculdade de Ciências – Lisboa.
- Universidade de Lisboa., 2007 B. Recursos Minerais Metálicos: Jazigos Magmáticos. Departamento de Geologia, Faculdade de Ciências: Lisboa – Portugal.
- Universitas Gajah Mada., 2007. Buku petunjuk dasar Kuliah Lapangan. Yogyakarta: Jurusan Teknik Geologi FT – UGM.
- USGS bulletin., 1693. Mineral Concentrations of Placer Au-PGE Deposits, p.261-263, fig.195. Em: [www.wikipédia/Mineral Concentrations of Placer Au-PGE Deposits.pt](http://www.wikipédia/Mineral_Concentrations_of_Placer_Au-PGE_Deposits.pt). Acesso no mês de Agosto de 2011.
- Van Zuidam, R. A., 1973, Revised edition, Guide to geomorphological photo-interpretation.
- Vilanova, Vital. (2008). Skripsi Tugas Akhir : Alterasi Dan Mineralisasi Gunung Gembes Dan Sekitarnya Kecamatan Bandar Dan Kecamatan Nawangan Kabupaten Pacitan – Jawa Timur : FTMK – ITATS – Jurusan Teknik Geologi.
- Walker, Roger G., 1979, Geoscience Canada Reprint Series 1 : *Facies Model*, Geological Association of Canada, Canada.
- Warmada, I Wayan, *Endapan Magmatik (kromit – PGM)*, UGM, Yogyakarta: Jurusan Teknik Geologi FT – UGM.
- Warmada, I Wayan, *Endapan Mineral Logam*, UGM, Yogyakarta
- Warmada, I Wayan, *Endapan Poriri – Epitermal*, UGM, Yogyakarta
- Warmada, I Wayan, *Klasifikasi Endapan Mineral*, UGM, Yogyakarta

Warmada, I Wayan, *Model endapan bijih porfiri dan epithermal*, UGM, Yogyakarta

Wasito Kusumoyudo, B., 1986, *Mineralogi Dasar*, Bandung : Binacipta.

Wayan Warmada, I. Endapan Sulfida Masif Vulkanik (Volcanic Massive Sulfide). Yogyakarta: Jurusan Teknik Geologi FT – UGM.

Xavier, Roberto P. Geologia Econômica: Depósitos Minerais de Foliação Magmática. Instituto de Geociências – Unicamp.