



UNIVERSIDADE DE ÉVORA
ESCOLA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

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

Dissertação

Cartografia, estratigrafia e paleontologia da passagem Triásico-Jurássico na região de Manatuto. Importância para a génese e acumulação de hidrocarbonetos.

Autor

Aquiles Tomas Freitas

Orientador:

Pedro Miguel Nogueira

Co-Orientador:

Alexandre Ventura Araújo

Dezembro 2011

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

Dissertação

Cartografia, estratigrafia e paleontologia da passagem Triásico-Jurássico na região de Manatuto. Importância para a gênese e acumulação de hidrocarbonetos.

Autor

Aquiles Tomas Freitas

Orientador:

Pedro Miguel Nogueira

Co-Orientador:

Alexandre Ventura Araújo

AGRADECIMENTOS

Os meus sinceros agradecimentos aos todos aqueles que contribuíram para que este trabalho fosse passível, em especial:

- Em primeiro lugar quero agradecer a Deus, pela força e protecção durante estava com neste trabalhão.

- A Secretaria de Estado dos Recursos Naturais de Timor-Leste (SERN), pela atribuição de uma bolsa estudo, e ao laboratório em Hera que todos dias fui usar para trabalhar para analisar as amostras e também para escrever a tese.

- Meus agradecimentos a Universidade de Évora por receber-me no mestrado, também pelo apoio prestado durante a elaboração da tese.

- Ao laboratório de geoquímica Weatherford laboratórios em Austrália, para analisar amostra que carbonatada.

- Ao laboratório paleontologia na Universidade Nova Lisboa com Prof. Paulo Legoinha em Lisboa

- Ao orientador deste trabalho, Prof. Pedro Nogueira e ao co-orientador, Prof. Alexandre Araújo, pelo apoio e orientações construtivas no decorrer da colaboração desta dissertação.

- Os membros do corpo docente do mestrado em Universidade de Évora, especialmente o Prof. Rui Dias (Estrutura), o Prof. Manuel Francisco (Micro-deformação), o Prof. António Correia (Geofísica), Jorge Pedro, Pedro Pimenta, Jorge (Geoquímica).

- Aos colegas e amigos timorenses tivemos com mesmo departamento é geologia: Apolinario, Felix, Gabriel, Helio, Henrique, Ilce, Nene, Valente e Vital, especialmente Helio porque quando estava no campo ele sempre trabalhou comigo e ou um grupo comigo. Também com timorenses que tivemos em Évora durante a aula na universidade: Aristides, Borjan, Bela, Carlos, George, Domingos, Francisca, Jose, Juvita, Remixio, Sara, Zulmira e Padre Cânciao.

- Aos colegas e amigos portugueses tivemos com mesmo departamento é Geociências : Noel, Alexis, Raquel.

- Aos familiares do senhor Joaquim Guerra em Manatuto, que preparou a comida e a casa para fomos descansar.

- O nosso motorista Valério com Gregório que durante tivemos no campo eles sempre ajudaram.

- Aos meus pais, Cosme e Albertina, pelos ensinamentos de luta, aos meus irmãos, Sidonio, Toto, Mito, Elly, Laby, Azu, Joel, Joana, Ana, Tonilio, Eulalia, Armindo e João. Também aos meus tios, pai Beto, mãe Beni, mãe Madre, mãe Lulu.

- Agradeço, por fim a minha mulher, Cecilia Soares Freitas e também sempre acompanhar comigo todos dias, e meus amigos pelas solidariedade apoio e estímulo.

CARTOGRAFIA, ESTRATIGRAFIA E PALEONTOLOGIA DA PASSAGEM TRIÁSICO-JURÁSSICO NA REGIÃO DE MANATUTO. IMPORTÂNCIA PARA A GÊNESE E ACUMULAÇÃO DE HIDROCARBONETOS.

Resumo

Este trabalho decorreu na região de Manatuto, Timor-Leste. Fez-se o levantamento das unidades geológicas e analisou-se os resultados á luz da cartografia de recursos minerais, sobretudo da génese dos hidrocarbonetos.

Cartografamos seis unidades litoestratigráficas: Unidade dos Calcários, é a formação geológica mais antiga na área do trabalho correspondendo a calcários, dolomitos, níveis carbonatados com sílex, entre outros, encontramos fósseis de Halobia e Monotis. Unidade de Wailuli Inferior é uma alternância entre argilitos e arenitos onde dominam os arenitos. Unidade Wailuli Médio é alternância os argilitos com arenitos, onde dominam os argilitos. Unidade Wailuli Superior é alternância entre argilitos, arenitos e conglomerados, no topo, pode-se encontrar gesso e pseudomorfos de sal. As três unidades de UWI, UWM. IWS correspondem à Formação Wailuli. Unidade dos Conglomerados (Formação Suai) e a Unidade dos aluviões (UA) são as mais recentes, do quaternário, constituídas por conglomerados polimíticos.

As rochas do Triásico Superior até ao Triásico Inferior em Timor são arenitos e argilitos sendo potenciais rochas geradoras.

**CARTOGRAPHY, STRATIGRAPHY AND PALEONTOLOGY OF THE TRIASSIC-
JURASSIC TRANSITION IN THE REGION OF MANATUTO. IMPORTANCE TO
THE GENESIS AND ACCUMULATION OF HYDROCARBONS.**

Abstract

This work took place in the region of Manatuto, East Timor. It carried out a survey of the geological units and analyzed the results under the light of cartography of mineral resources, especially of hydrocarbons generation.

Six lithostratigraphic units were defined: Unit of Calcareous, is the oldest geological formation in the area of work corresponding to limestone, dolomite, limestones with silex, among others, Halobia and Monotis fossils were found. Lower Wailuli Unit is an alternation between chinks and sandstones where the sandstones dominate. Middle Wailuli Unit is constituted by chinks and sandstones, where the chinks dominate. Upper Wailuli Unit is an alternation between chinks, sandstones and conglomerates, on top, one can find gypsum and salt pseudomorphs. The three units LWU, MWU. UWU correspond to Wailuli Formation. The Unit of Conglomerates (Suai) and the Alluvial Unit are the youngest can be dated has Quaternary.

The rocks of the Upper to the Lower Triassic in East Timor are sandstones and chinks, being potential source rocks.

Índice

Resumo	i
Abstract.....	ii
Índice	1
I. INTRODUÇÃO	5
I.1. Objectivos.....	5
I.2. Enquadramento do trabalho.....	6
II. ENQUADRAMENTO GEOGRÁFICO E GEOLÓGICO	7
II.1. Geográfico.....	7
II.1.1. Localização e acessos.....	7
II.1.2. Aspectos fisiográficos	8
II.1.2.1. Clima	8
II.1.2.2. Temperatura	8
II.1.2.3. Precipitação	9
II.1.3. Geomorfologia	9
II.1.3.1 Topografia	9
II.1.3.2. Rede Hidrologia	11
II.2. Geologia	13
II.2.1. Enquadramento geotectónico	13
II.2.2. Estrutura	16
II.2.3. Tectónica Actual	20
II.2.3.1. Terremotos	21
II.2.3.2. Vulcânismo	22
II.2.4. Estratigrafia	23
II.2.4.1. Sistema Autóctone.....	24
II.2.4.2. Sistema Alóctone.....	27
II.3. Trabalhos Anteriores da região	28
II.3.1. Comparação das unidades definidas por Audley-Charles e Azeredo Leme. ...	28
II.3.2. Trabalhos mais recentes	29
II.3.3. Os trabalhos que existem na minha região,.....	30
III. METODOLOGIA.....	32
III.1. Trabalho no Gabinete.....	32
III.2. Materiais e Estudo do Campo.....	33
III.3. Análises Laboratoriais	34

IV. LITOESTRATIGRAFIA.....	36
IV.1. Litoestratigrafia: descrição geral	36
IV.2. Descrição das unidades litológicas	42
IV.2.1. Unidade dos calcários (Aituto)	43
IV.2.2. Unidade de Wailuli Inferior (UWI)	46
IV.2.3. Unidade de Wailuli Médio (UWM).....	49
IV.2.4. Unidade de Wailuli Superior (UWS).....	53
IV.2.5. Unidade dos Conglomerados (Suai)	55
IV.2.6. Unidade das aluviões (UA).....	57
IV.3. Levantamento dos perfis de cada afloramento na área do trabalho.....	60
IV.4. Paleontologia	63
IV.5. Síntese estratigráfica da área de estudo	67
V. ESTRUTURA.....	69
V.1. Estruturas sedimentares na área de trabalho	70
V.1.1. Estratificação.....	70
V.1.2. Figuras sedimentares encontradas.....	71
V.2. Estruturas tectónicas	73
5.2.1. introdução	73
V.2.2. Dobras	74
VI. PETROGRAFIA	78
VI.1. Introdução	78
VI.2. Unidade dos Calcários	79
VI.3. Unidade Wailuli Inferior	81
VII. GEOQUÍMICA E ESTUDOS DE HIDROCARBONETOS.....	84
VII.1. Introdução.....	84
VII.2. Análise geoquímica das amostras.....	85
VIII. CONCLUSÕES	91
Referencias	93

Índice de Figuras

Fig. II.1. Enquadramento geográfico da área do trabalho.	7
Fig. II.2. Pessoas a trabalhar no campo do arroz no tempo chuva	9
Fig. II.3. Altitude em Timor Leste	10
Fig.II.4. Morfologia zona das montanhas parte Sul	11
Fig.II.5. Morfologia zona das planar parte Norte	11
Fig II.6. Os rios em Timor Leste	12
Fig II.7. Início da colisão na Margem Continente Australiana com zona subducção da pacífica Eurásia. Charlton,2000.....	15
Fig II.8. A evolução do continente da Austrália, Sunda Land, Banda Sea, e Ilha de Timor que se representa de Início de Mesozoico até agora.A.J.Barber,1976	16
Fig.II.9. Arco Interno com cor Vermelho e arco externo com a cor azul.....	17
Fig .II.10. Os modelos para as estruturas de Timor (adaptado Francisco Monteiro,2003 o modelo Carreamento por Audley-Charles,1968, modelo Imbricate por Fitch e Hamilton,1974 e modelo Upthrust por Grady e Berry 1976, Chamalaun e Grady 1978)	19
Fig.II.11. Arco Banda na intersecção de Pacífico, Eurasian e placas Indo-Australiana. Neste mapa é posição do Arco Banda Interior com Exterior, relativamente o movimento da direcção as placas para placa Eurásia (Adapt. de Hinschberger et al., 2001).....	Erro! Marcador não definido.
Fig.II.12. esquema secção cruzada de Arco Banda no Timor (Gilliam Hamson,2004) .	21
Fig.II.13. Epicentro dos sismos no Mar Banda no porfundidades menos de 100 Km e 100 – 125 Km (retirado de Milson,2001)	22
Fig.II.14. Regiões de vulcanismo activo no Arco Banda Interna (De Harris,1991).	23
Fig.II.15. A correlação estratigráfica em Timor. (Charlton,2009)	30
Fig.II.16. A correlação estratigráfica em Timor. (Elizabeth A. Zobell,2007).....	31
Fig.III.1. Mapa dos pontos observações na área do trabalho	33
Fig.IV.1.Estratigrafia do Triásico de Timor (segundo Charlton et al., 2009)	37
Fig.IV.2. Coluna estratigráfica da Formação Wailuli (Adaptado de Audley-Charles,1968).....	38
Fig IV.4. Afloramento na Formação de Aituto mostrando uma alternância de argilitos negros e calcários dolomíticos.....	39
Fig. IV.5. Argilitos vermelhos com gesso	39
Fig IV.6. A. Contacto formação Aituto com formação Wailuli efectuada neste trabalho. B. Contacto formação Aituto com formação Wailuli no mapa de Audley-Charles (1968).	40
Fig. IV.7. Afloramento da formação Suai na área do trabalho.....	41
Fig .IV.8. A aluvião na área do trabalho.	42
Fig.IV.9. A. Afloramento calcário intercalados com argilitos com uma espessura total das bancadas de cerca de 5 metros no Carlilo. B. Afloramento de calcário com sílex no	

Marbai. C. Afloramento com bancadas de 20 a 40 cm no rio Dolacwain. D. Afloramento de calcário de cor creme no Carlilo. E. Afloramento com fósseis Halobia no Marbai. 45

Fig.IV.10. A) Afloramento no Lamasama (foto tirada de NW para SE. B) Afloramento no mar (foto tirada de E para W). C) Afloramento onde dominam os arenitos, na margem do rio Laclo (foto tirada de S para N). D) Afloramento no rio do Laclo (foto tirada de W para E). E) Afloramento perto do contacto com Wailuli médio no rio Laclo (foto tirada de NW para SE. F) Afloramento no rio Laclo.(foto tirada de NW para SE)49

Fig.IV.11. A) Afloramento perto dos calcários de Aituto (foto tirada de S para N). B) Afloramento perto do rio Laclo (foto tirada de W para E. C) Afloramento perto do rio Laclo (foto tirada de S para N). D) Afloramento onde dominam os argilitos (foto tirada de S para N). E) Afloramento de material deformado e escorrido (foto tirada de NE para SW). F) Afloramento com características semelhantes ao anterior (foto tirada de N para S)..... 52

Fig.IV.12. A) Afloramento com rochas conglomeráticas em Bt.Soraha (foto tirada de SW para NE). B) Afloramento com gesso (foto tirada de W para E). C) Afloramento com gesso com boa estratificação, em Soraha (foto tirada de SW para NE). 54

Fig.IV.13. A) Afloramento com corais perto do mar parte Norte da área estudada (foto tirada de N para S). B) Afloramento de conglomerados (foto tirada de N para S). C) Conglomerado parte Sul perto do monte Obaqi (foto tirada de NE para SW). D) Alternância de conglomerados e argilitos em Lamasama. (foto tirada de E para W). ... 57

Fig.IV.14. A) Aluvião na parte Sul área do trabalho, no rio Dolacwain (foto tirada de NW para SE). B) Terraço aluvial perto do Manatuto (foto tirada de N para S).C). Aluvião aproveitado para campo de arroz (foto tirada de S para N). 59

Fig.IV.15. Perfil do afloramento no Lahoe (perto do rio Laclo)..... 60

Fig.IV.16. Perfil do afloramento no Uelehae, foto no Wailuli Superior, podemos verificar a foto no fig IV.9.A..... 61

Fig. IV.17. Perfil do afloramento no Sauhuhun (pousada de Manatuto). 62

Fig IV.18. Perfil do afloramento no Domuhuhun (Monumento St.Antonio)..... 63

Fig.IV.19. Fósseis do género Halobia na Formação Aituto no rio Dolacwain. 64

Fig.IV.20. Fósseis de amonites na Formação Wailuli perto do Dumuhuhun..... 65

Fig.IV.21. Microfósseis encontrados em rochas da Formação Wailuli em Sauhuhun (AQ1 WP161)..... 66

Fig.IV.22. Microfósseis gastrophoda encontrados em rochas da Formação Wailuli no Uelehae (AQ1 WP200)..... 66

Tabela.IV.1. Estratigrafia do para-autóctone no Mesozóico de Timor-Leste segundo vários autores (Adapt. Monteiro, 2003). 68

Fig.V.1.Cartografia Geológica da área de estudo com indicação dão corte representado na figura seguinte..... 69

Figura V.2. Corte esquemático N-S, representativo da estrutura da região cartografada. 70

I. INTRODUÇÃO

Os objectivos principais do projecto que enquadrou este trabalho são a melhoria da capacitação dos recursos humanos, e o de aumentar o conhecimento da Geologia de Timor Leste.

Para conhecer melhor a geologia de Timor, primeiro é necessário criar recursos humanos capazes, de forma a identificar os recursos naturais existentes no País através de estudos em laboratório, do ensino da geologia na escola ou universidade e para conseguir esse objectivo vamos fazer observações directamente no campo para melhor compreender os processos geológicos. Os aspectos a estudar neste trabalho vão ser compreender o processo de sedimentação e a evolução tectónica da região ao longo do tempo. As secções geológicas são ferramentas fundamentais para se descrever a estratigrafia de uma determinada na região que no caso deste trabalho é em Manatuto. Os perfis geológicos podem também ser utilizados como base de Informações, quando se está estudando a história geologia ou os recursos potenciais da região. O processo de definição da uma secção geológica consiste inicialmente na obtenção da uma determinada geometria para uma fatia em estudo. Essas informações podem ser obtidas através dos fosseis.

I.1. Objectivos

Este trabalho tem como objectivo efectuar um levantamento detalhado da estratigrafia e paleontologia e a construção de uma coluna estratigrafia e também analisar os resultados obtidos á luz da cartografia de recursos minerais, sobretudo da génese dos hidrocarbonetos e também cartografar á escala 1:25000 a região do Manatuto.

Outro objectivo deste trabalho relacionado com ciência é o de terminar o curso mestrado na Universidade de Évora para a obtenção do Grau de Mestre em Ciências da Terra, da Atmosfera e do Espaço. As relações com este país é aumento do conhecimento do território nacional, também o conhecimento geológico de Timor Leste que deve, nesta fase, voltar-se para realização de trabalho cartografia de base de forma a podemos identificar novos recursos. O principal objectivo de trabalhar em geologia e recursos naturais em Timor Leste, é o de aumentar a quantidade e a qualidade do nosso conhecimento na geologia. Por isso pode este trabalho pode contribuir para o desenvolvimento, fornecendo informações úteis à Secretaria de Estado dos Recursos Naturais de Timor-Leste (SERN).

I.2. Enquadramento do trabalho

Este trabalho foi preparado antes chegar a Timor, a partir de Agosto 2010 em Portugal. Quando estivemos em Portugal decidimos os grupos de trabalho e as áreas de campo, a atribuir a cada um dos dez estudantes. Foram criados quatro grupos, grupo de Baucau têm dois pessoas, grupo de Cribas têm dois pessoas, grupo de Manatuto tem quatro pessoas, uma pessoa do grupo ficou com o trabalho de laboratório e outra pessoa ficou a trabalhar no inventario dos recursos minerais. Eu fiquei no grupo de Manatuto, as quatro pessoas do grupo de Manatuto foram divididas em grupos de duas pessoas para trabalharem juntas, eu fiquei com o Helio Cristovão e fomos trabalhar juntos em cada uma das nossas áreas. Por isso durante uma semana andávamos na minha área e na semana seguinte na área do Helio Cristovão.

Iniciámos o trabalho de campo no dia 23 de Março de 2011 com meu orientador, professor Alexandre Araújo. No mês de Março chueu muito e por isso não conseguimos óptimizar o trabalho do campo. As chuvas prolongaram-se de Março até Maio.

II. ENQUADRAMENTO GEOGRÁFICO E GEOLÓGICO

II.1. Geográfico

II.1.1. Localização e acessos

A divisão da administrativa na minha área pesquisa está no sub distrito Manatuto inclui suco Ateas, Ailili e Maabat, no distrito Manatuto, Timor Leste. As coordenadas da área do trabalho são: $08^{\circ} 30' 00'' S - 08^{\circ} 35' 30'' S$ e $126^{\circ} 00' 00'' E - 126^{\circ} 05' 00'' E$. A área onde se procedeu à recolha dos dados geológicos que são analisados neste trabalho corresponde às rochas calcárias, argilosas, arenitos, conglomerados da região de Manatuto, deste concelho (figura 1)

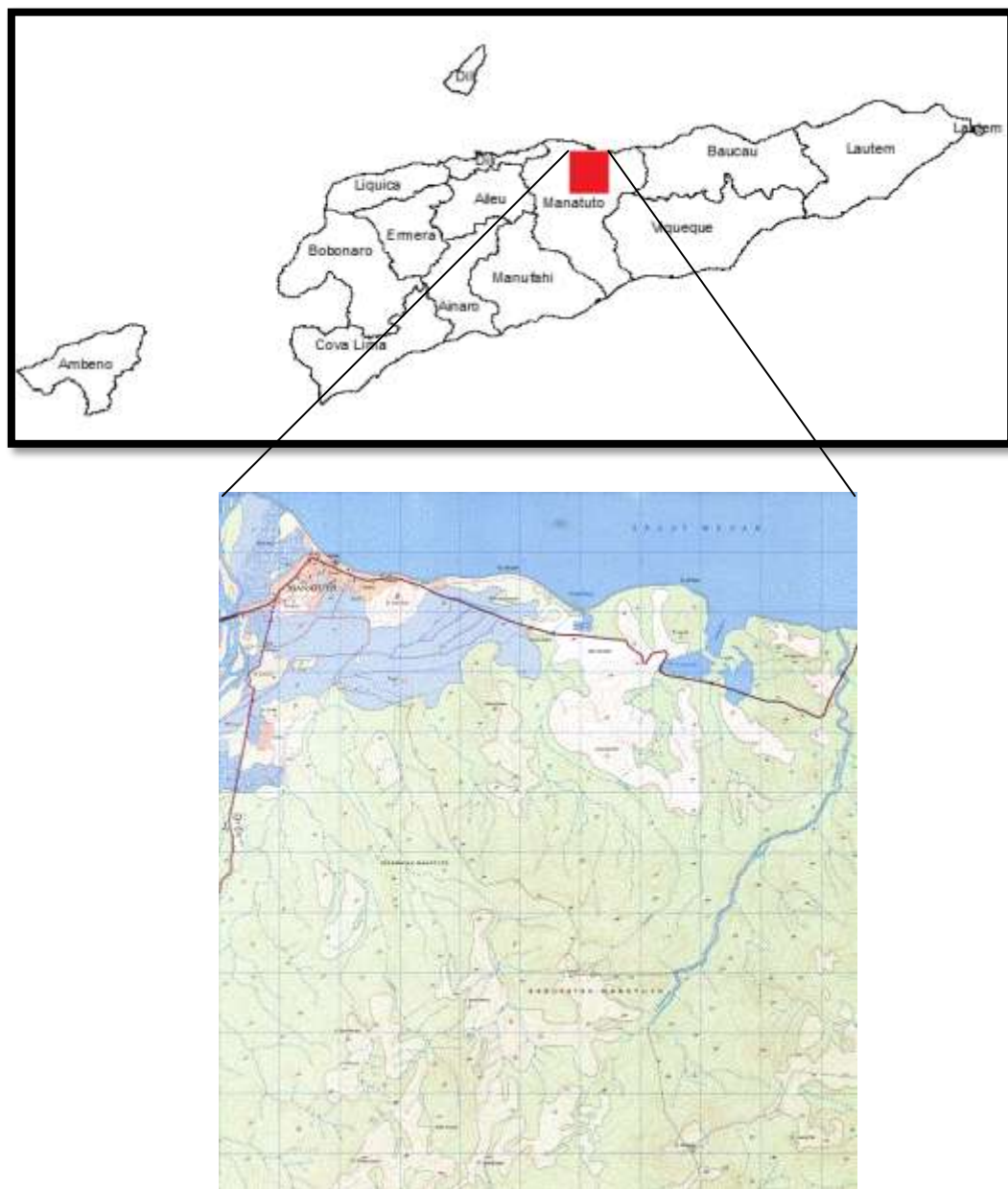


Fig. II.1. Enquadramento geográfico da área do trabalho.

Quando queremos ir para a minha área do trabalho com o carro ou com a mota de Dili até Mantuto demora-se mais ou menos duas horas durante viagem para chegar a Mantuto, o que corresponde a uma distância de 70 Km para Leste da cidade Dili.

II.1.2. Aspectos fisiográficos

II.1.2.1. Clima

O clima de Timor é tropical, isto é tem duas estações, uma seca outra chuvosa. Vamos ver, a ilha de Timor, pela sua proximidade da Austrália, tem as estações do ano mais definidas do que a grande ilha do arquipélago Índico, sendo caracterizada pelos regimes de monção de nordeste (vinda do mar) e de sudeste (vinda da Austrália terra). A nordeste, de Novembro a Maio, verificam-se fortes trovoadas com grande queda de chuva e a Sudeste, de Junho a Outubro surgem ventos moderados vindos da Austrália, o que provoca ar seco, pouca chuva e regime fresco. Baixa um pouco a temperatura, principalmente durante a noite. Entre uma estação e outra são quase insensíveis as diferenças de temperatura. (adapto Soares,1957 e Castro, 1943)

Os fenómenos meteorológicos não poderão deixar de exercer alguma influência na alteração do clima, como sejam as monções, a chuva, a humidade, etc. Mesmo assim, as correntes de vento não chegam a ser tão constantes, nem as chuvas tão contínuas, nem o grau de humidade tão alto que desmintam a descrição feita. A precipitação é o factor determinante para o tipo de clima em Timor, o que oferece grande interesse para o conhecimento das condições culturais, como as operações agrícolas da sementeira à colheita. Timor-Leste tem regime de chuva suficiente para garantir água para quatro meses, de Dezembro até Março, em todo o território.(Soares,1957 e Lencastre, 1931)

II.1.2.2. Temperatura

Os valores médios da temperatura apresentam diferenças sistemáticas de local para local, diminuindo com a altitude e, para a mesma altitude. Os meses mais quentes são também os mais húmidos. Em Novembro ou Dezembro, as temperaturas caem, durante época de transição da monção, de leste para oeste. O tempo seco e fresco é normalmente nos meses de Junho, Agosto ou Setembro durante monção de Leste. Por isso, nas zonas de baixa altitude, as temperaturas são altas de dia e as noites são frias e húmidas. Nas zonas de alta montanhosa, a temperatura desce com grande amplitude térmica durante o dia, em algumas zonas (Laranjeira, 2010)

II.1.2.3. Precipitação

O estudo da precipitação oferece grande interesse para o conhecimento das condições culturais, com que têm de contar todas as operações agrícolas (fig.II.2), da sementeira à colheita, e habilitará a julgar melhor o caráter das várias regiões de Timor, do ponto de vista da agricultura. Os valores médios anuais da quantidade de precipitação obtidos a partir das chuvas caídas no decurso dum certo número de anos não constituem valores definitivos (Soares, 1957 e Branco, 1915).



Fig. II.2. Pessoas a trabalhar no campo do arroz no tempo chuva

II.1.3. Geomorfologia

II.1.3.1 Topografia

A condição topográfica de Timor-Leste é bem marcada por montanhas, com pouca área na zona baixa da costa norte e um pouco mais abundante na costa sul.

Em Timor da cordilheira central derivam as duas principais encostas norte e sul, com declive acidentado, com as mais variadas paisagens orográficas, até às zonas planas da beira-mar. Podemos agrupar as inúmeras montanhas do complicado relevo timorense em dois sistemas principais; o primeiro, com origem no Tata-Mai-Lau, servindo-lhe de contra forte, composto pelos montes Loelaco, Lacus, Fatu-Lulic, Taroman, Cablaque, Fahi- Nihan. Maunfahe, Turiscain, Leto-Foho, Cutu-Lau. Guguleu, e muitos mais. O segundo, formando-se no monte Mate-Bian, já muito para leste, rodeia o Mate-Bian com os montes Mundo-Perdido, Aflicai, Baguia, Laritana e outros. É de realçar que a vertente norte, em quase todo o seu comprimento, se aproxima da costa, sem formar planícies e, em certos pontos é bastante inclinada ver figura.II 3. (Laranjeira, 2010).

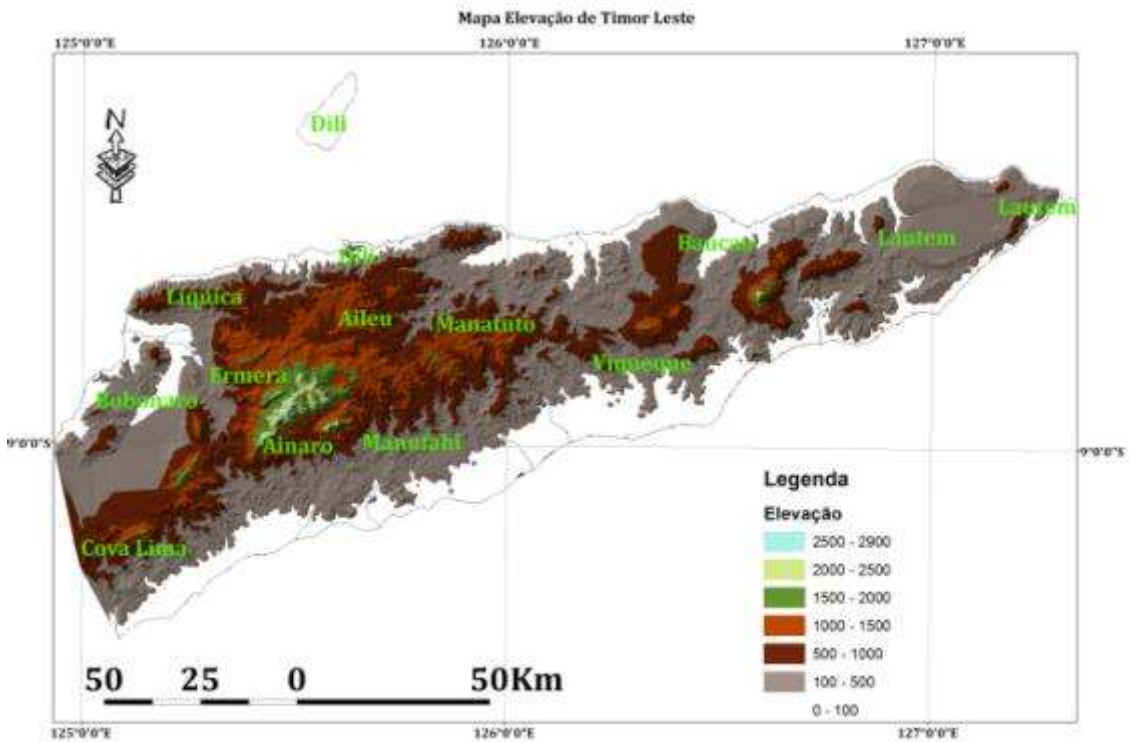


Fig. II.3. Altitude em Timor-Leste (em metros)

A topografia da área do trabalho tem forma ondulada havendo vertentes com ângulo da inclinação entre 30 – 80 graus, com declive suaves até muito inclinados, por isso as unidades geomorfológicas na área de trabalho podem dividir-se por três tipos, são:

1. Unidades das montanhas na parte Sul com declive mais inclinado, são Monte Obaqi (763 m), Monte Namcarac (676 m), monte Alamluan (635 m), monte Carlilo (572 m), todos montes são formados por rochas sedimentares calcárias.
2. Unidades onduladas até aos montes na parte Sul mas prolongando-se mais para Norte, nestas unidades a inclinação é mais fraca, são monte Lehun (561 m), monte Murianaqeon (426 m), monte Mucaqeon (411 m), monte Hatusaberquin (395 m), nesta região também afloram rochas sedimentares, são os argilitos, arenitos, calcarenitos e também alguns calcários.
3. Unidades planares até zona mais baixa na parte Norte, a área que é mais planar. A cidade do Manatuto e outras povoações ficam no neste sítio, para aproveitarem os campos de arroz na área mais planar e baixa. Esta zona é formada por rochas sedimentares que sofreram erosão, argilitos, arenitos, conglomerados e calcários.



Fig.II.4. Morfologia zona das montanhas parte Sul.



Fig.II.5. Morfologia zona das planar parte Norte.

II.1.3.2. Rede hidrográfica

Os dois principais rios em Timor-Leste são o Loes (20 km) e o Lacló (80 km). O primeiro conta, entre outros, com os afluentes Marobo, Lau-Heli, Gleno, Garai Be-Bai. O rio Lacló forma-se nos montes de Turiscaí e divide-se para ambas as vertentes, formando o Lacló do norte (80 km) que desagua em Manatuto, e o Lacló do sul, servido também por vários afluentes (Figura II.6). No seu longo percurso, por uma e outra costa, banha zonas de cultura e as suas águas alimentam extensos arrozais (Laranjeira, 2010).

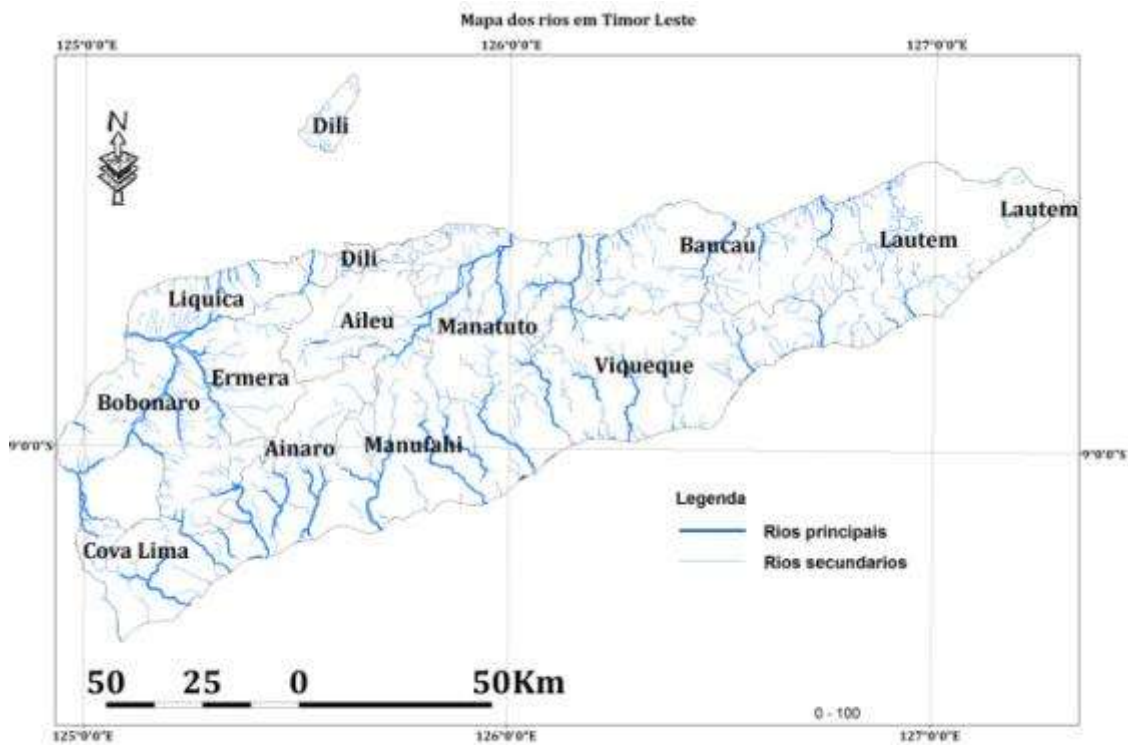


Fig II.6. Rede hidrográfica em Timor-Leste-

Em Timor, há mais de 100 rios e ribeiros e estão identificadas 27 bacias hidrográficas principais, mas muito poucas têm cursos de água permanentes. (Phillips *et al.*, 2000 e Nunes, 2001). Na costa norte, começando na ponta leste: Mota-Malai, Laivai, Seiçal, Vemassin, Laleia, Lacló, Cômoro e Loes. Na costa sul, começando pela ponta leste: Ira-Bere, Boro Vei, Carau-Ulun, Luca, Dilor, Mota-Sahen, Mota Clere, Sul Lacló, Mota-Suai, Lomea, Be-Lulic. Também apresenta alguns lagos, com o de Bemelai em Bobonaro; Maubara em Liquiçá, Ermera no Lihumo; Selo em Aileu; Uelenas e Mahut em Manuhafi; Tasitolu, em Dili, e Ira Lalaro em Lautém (Phillips, 2000). Destes, apenas o lago Ira Lalaro é de dimensão significativa, cerca de 2.200 ha.

Abundam também de águas sulfurosas ou termais, com propriedades terapêuticas, designadas pelas populações locais com o nome de Be-Manas (Água-Quente). São conhecidas as de Viqueque, Laculuta, Bibiçuso, Cai-Mauc, Samaran e Marobo (Sá, 1963)

O rio da área do trabalho tem direcção de fluxo dos rios que têm água no tempo chuva e secam no tempo seco, estes rios está na parte Sul e Este da área do trabalho. Um rio que sempre tem água no tempo de chuva ou tempo de seca, é rio do

Laclo. Os rios na área do trabalho têm montante do rio sempre na parte Sul e jusante do rio na parte Norte.

O rio Lacló Norte é o rio de maior largura com mais ou menos é 100 metros, e está na parte Oeste na área do trabalho, e apresenta-se segundo uma linha recta. Os rios que só têm água no tempo chuva são;

- a. Rio Dolacuain com largura de mais ou menos 20 metros, está na parte Este da área do trabalho, este rio têm muitos afluentes. Este rio tem poucas curvas mas os afluentes têm muitas curvas porque são rios mais estreitos com largura de 1 – 5 metros, o rio do Dalcuain é o segundo maior rio, depois de rio de Laclo na área do trabalho.
- b. Rio Lalecoe com largura mais ou menos 15 metros, está na parte Oeste até ao limite Sul da área de trabalho. Este rio tem muitos afluentes na parte Sul e muitas curvas mas na parte Norte. As populações usam o rio para produzir campos de arroz.
- c. Rio Lian, tem mais afluentes do que outros rios na área do trabalho, a largura do rio Lian é mais ou menos 10 metros. Na parte Sul tem muitos afluentes e por isso muitas curvas mas na parte Norte as populações usam o rio para produzir campos dos arroz.
- d. Rio Lehun, é um rio com poucos afluentes e poucas curvas, a largura é mais ou menos de 5 metros. Este rio está na parte Este da área de trabalho.

II.2. Geologia

II.2.1. Enquadramento geotectónico

A ilha de Timor é separada da plataforma do continente da Austrália por uma fossa entre 2 e 3 kms de profundidade, que marca a frente de deformação da subducção do arco-ilha de Banda e respectivo sistema de colisão. A ilha de Timor faz parte da zona de colisão continente com o arco de Banda, onde um arco-ilha de afinidade Asiática está em processo de colisão com a margem antigamente passiva do continente Australiano.

As rochas do Pérmico em Timor estão expostas como escamas de uma cadeia dobrada e carreada em que a parte mais distal da margem Australiana foi carreada para sul sobre a plataforma mais proximal (Chamalaun et al., 1976; Hamilton, 1977). Timor é produzido da margem continente Australiano antes a sua colisão com arcos de banda no tempo Miocénico-Pliocénico. Por isso as rochas do Pérmico têm afinidade com a crosta do continente da Australiano o soco (basement) do pré-Pérmico que está na base da plataforma

na parte sul. Alternativamente, considerando a posição paleotectónica de Timor no Pérmico, é possível que o soco do pré-Pérmico de Timor seja constituído por estratos do Paleozoico antigo, metamorfizado como um resultado de extensão da crosta do Pérmico e atividade ígnea.

As rochas no Timor são:

1. Pérmico Inferior até Pliocénico Inferior é uma sequência deformada e metamorfizada dos sedimentos de margem passiva Australiana (Gondwana e sequência Kolbano).
2. Miocénico Superior até Pliocénico Inferior, inclui Bobonaro Scaly Clay, um olitostroma que deslizou para Sul de Timor durante o processo de subducção. Os dobramentos que afetam sobretudo a unidade de Bobonaro parecem ser condicionados pela existência de blocos rígidos anteriores que “moldam” a deformação ocorrida nestas rochas. (Johnston e Bowin, 1981)
3. Sequência alóctone: Pre-Cretácico, rochas metamórficas de origem sedimentar e ofiolitos no Jurássico Superior até Pliocénico Inferior. Estas rochas têm origem no fore-Arc de Banda no período pre-colisão.
4. Sequência póstectónica:, Miocénico Superior para Corais mais recente, terraço aluvial e turbiditos, inconformidade em cima das todas unidades na litotectónica.

A margem convergente do Norte da Austrália constituída por Nova Guiné, Irian, Papua e Timor. Esta colisão continua no Oligocénico em Nova Guiné. (Fig.II.7), (Charlton, 2000; Keep & Moss, 2000; Hall, 2002).

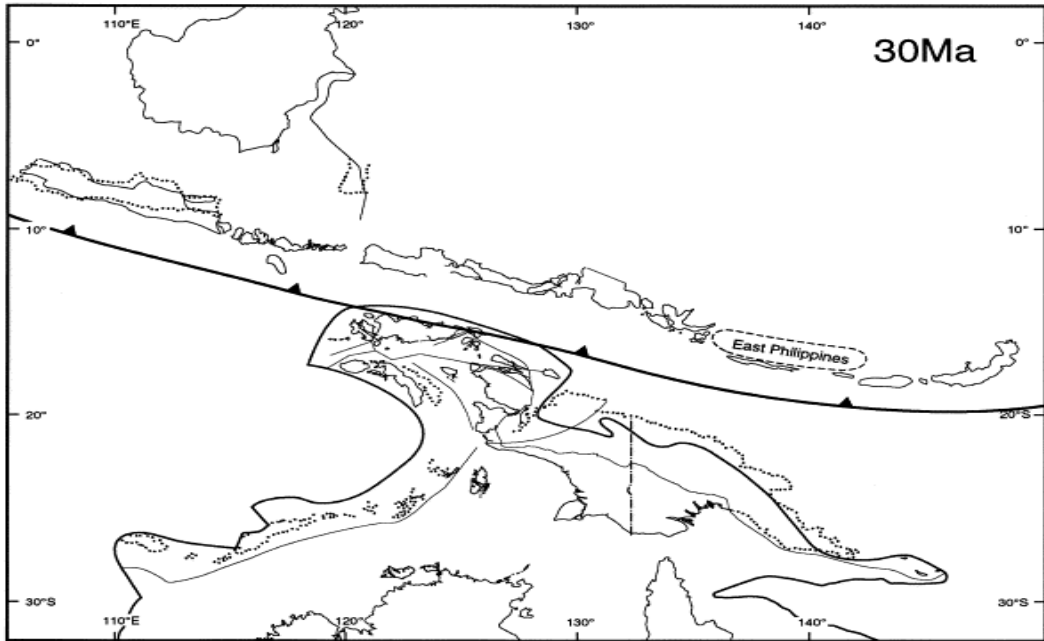


Fig II.7. Início da colisão na Margem Continente Australiana com zona subducção da pacífica Eurásia. Charlton (2000).

As rochas mais antigas encontradas por perfuração na plataforma do Pérmico consistem numa sequência sedimentar clástica com um nível de calcário estreito na parte superior, parece-se com a Formação Cribas em Timor. Cobrindo de Triásico começou do grosso das argilas passando aos depósitos *deltaicos*, principalmente arenitos. E depois depositado a sequência encarnada estreito de posterior de Jurássico, cobrido por o grosso carvão de Meio-Jurássico dos depósitos de *fluvio-deltaicos*.

A deposição do Jurássico médio, na plataforma está dividida em blocos separados por falhas produzindo estruturas *horst* e *graben* acompanhado por vulcanismo.

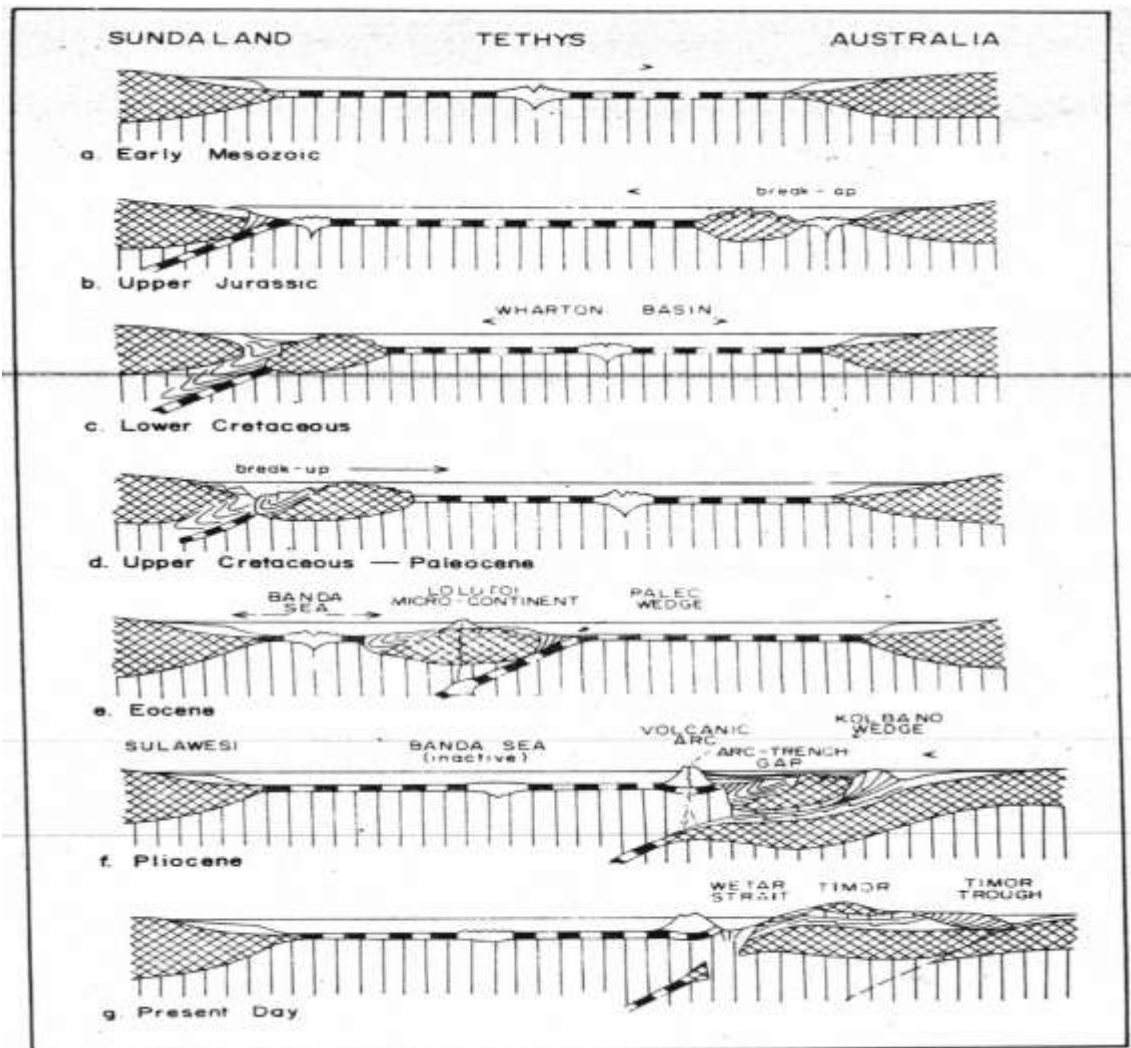


Fig II.8. A evolução do continente da Austrália, Sunda Land, Banda Sea, e Ilha de Timor que se representa de Início de Mesozoico até a atualidade Barber, 1976.

II.2.2. Estrutura

Timor é uma ilha na parte Sul de grupo que formou o arco da Banda entre a Austrália, a Nova Guiné e Sulawesi. O arco está separado da plataforma continental Australiana a Noroeste por uma fossa de 2-3 kms profundidade (*Timor trough*). Esta feição topográfica segue a tendência de descontinuidades dos arcos associados às depressões das ilhas de Aru e Seram. O arco de Banda é constituído por:

1. O arco interno de ilhas vulcânicas que não estão activas, em ambos os lados do arco, a norte de Timor e a sul de Seram, mas está activo no grupo de pequenas ilhas entre Damar e Banda.
2. O arco externo que inclui Timor e Seram, composto de uma variedade de rochas ígneas, metamórficas, e sedimentares com uma estrutura tectónica complexa.



Fig.II.9. Arco Interno com cor Vermelho e arco externo com a cor azul.

Geologicamente, a ilha de Timor é a uma parte do arco Banda, ou a origem do arco está intimamente ligada com a origem do Mar Banda (Banda Sea), que está contido pelo arco por isso a tectónica é muito complexa. Há duas hipóteses para essa origem. Hamilton (1979) sugere que o Mar de Banda (Banda Sea) originou-se durante o Neogénico como uma bacia *marginal*, semelhante a outras existentes na margem do pacífico oeste, e esse desenvolvimento levou a que o arco-ilha (*island arc*) se deslocasse para o exterior até colidir com a placa Australiana que se deslocava para norte.

Carter et al. (1976) por outro lado sugerem que um mar marginal se desenvolveu a partir do bloco continental asiático em Sundaland no Paleogénico e que uma pequena e fina porção do continente foi colidir com a Austrália.

Uma hipótese alternativa foi apresentada Katili (1978) e Crostella (1979) em que sugeriram que o fundo do mar de Banda é formado a partir do fundo oceânico antigo do Pacífico, separado pelo desenvolvimento de falhas transformantes, e em particular pelo movimento para oeste, que transportou parte do fundo oceânico para a ilha, sendo representado por ofiólitos e sedimentos profundos do Mesozóico e que formam a parte leste da ilha.

Os modelos tectónicos de Timor:

a. O modelo da imbricação

Neste modelo, sugerido por Fitch & Hamilton (1974), os autores interpretam Timor como uma acumulação de materiais da imbricação no tecto de uma zona de subducção, e agora representado na superfície pela Fossa de Timor (Timor Trough - depressão do mar de Timor) a sul de Timor. Neste modelo Timor é formado como uma mistura caótica (chaotic melange) análogo aqueles que se pensa que foram acumulados dos materiais oceânicos no tecto das zonas de subducção do Japão e Sunda. As peculiaridades de Timor são atribuídas à inclusão de materiais do continente Australiano na mistura (*melange*). O sistema recente não está activo por causa da colisão entre o continente Australiano e o arco-vulcânico, levado para a margem pelo desenvolvimento do Mar Banda (Banda Sea). O reajustamento isostático causou o levantamento da zona de mistura para formar a ilha de Timor.

b. O modelo dos carreamentos - *overthrust*

Este modelo foi primeiro proposto por Wanner (1913) e foi defendido pela maioria dos cientistas holandeses que primeiro trabalharam em Timor. O modelo é defendido mais recentemente por Audley-Charles e os seus colegas (Carter *et al.*, 1976; Barber *et al.*, 1977). Neste modelo, Timor, é visto como fazendo parte da margem do continente Australiano sobre o qual se encontram um conjunto de unidades carreadas, incluindo sedimentos do fundo oceânico, rochas metamórficas e sedimentares, previamente separadas da margem da placa asiática pelo desenvolvimento do Mar de Banda (Banda Sea) (Carter *et al.*, 1976). Estas unidades carreadas (*overthrust*) passaram a zona de subducção como resultado da colisão com a margem do continente Australiano quando esta chegou à zona subducção. O afloramento da zona de subducção, agora inactiva, é visto como estando localizado a norte de Timor.

c. Modelo de *upthrust*

Esta modelo foi recentemente defendido por Chamalaun & Grady (1978), apesar de eles afirmarem terem antecedentes nas ideias de Tappenbeck (1940), um membro da expedição pré-guerra de Brouwer, à área de Mollo Timor Ocidental,

e Freytag (ver Audley-Charles, 1968) a uma área de Timor Leste. A estrutura actual complexa de Timor é explicada como resultado de um levantamento *isostático diferencial* de blocos crustais quando a margem do continente Australiano chegou à zona de subducção e a subducção parou. Neste modelo os movimentos tectónicos são essencialmente verticais, não há movimento no plano de carreamento deitado (*flat-lying thrust plane*) como é necessário pelo modelo de carreamento. Existe contudo uma vergência de dobras para sul e carreamentos menores *resultado* do levantamento a norte e subsidência na região da fossa de Timor (*Timor Trough*) a sul.

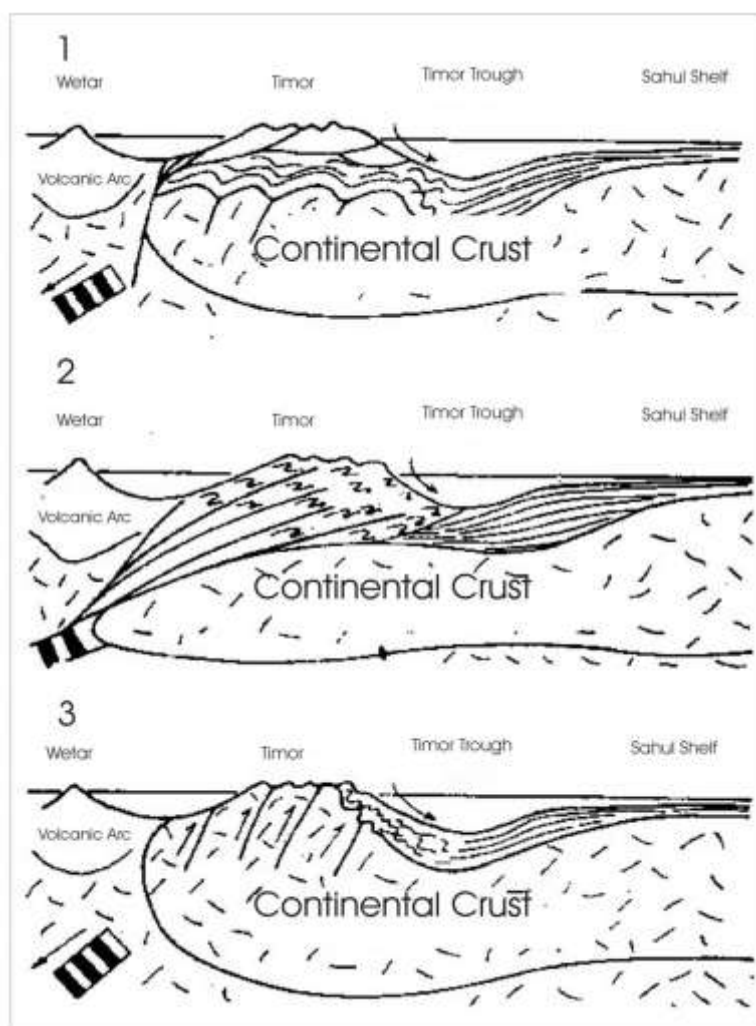


Fig .II.10. Os modelos para as estruturas de Timor (adaptado Monteiro ,2003 o modelo Carreamento por Audley-Charles,1968, modelo imbricação de Fitch e Hamilton,1974 e modelo Upthrust de Grady e Berry 1976, Chamalaun e Grady 1978)

II.2.3. Tectónica Actual

Timor está no ponto mais frontal da fossa entre a margem do continente Australiano e a placa Eurásica, isso reforça a ideia que terá sofrido processos orogénicos fortes. A litosfera continental flutua na subducção do continente Australiano inclina para norte e subducção o arco-Banda vai a baixo durante no Neogénico, por isso aconteceu a colisão no arco-continente. Timor, resulta de orogenese de Banda, constituídos por placa Australiana e placa Eurasia. (Bowin et al., 1980; Breen et al., 1989; Keep et al., 2003). Agora o arco Banda relaciona com do Arco vulcânico interior e sofreu acreção com o arco exterior, por isso Timor é a ilha que é maior. (Fig. II.11).

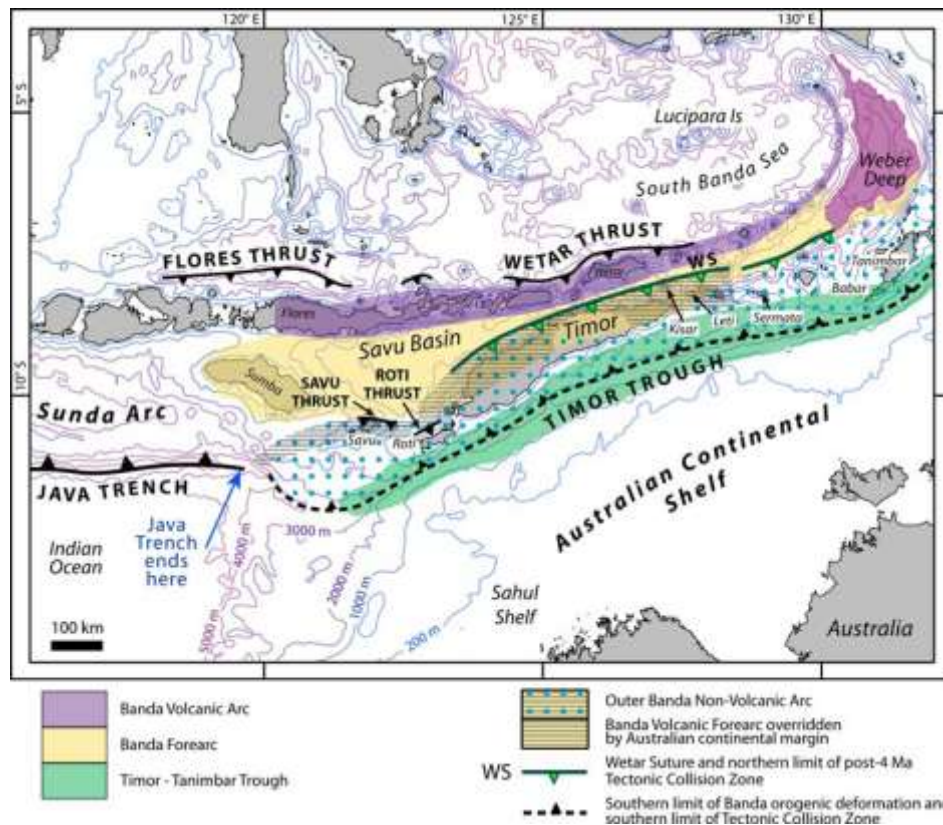


Fig.II.11. Arco Banda na intersecção de Pacífico, Eurasian e placas Indo-Australiana. Neste mapa é posição do Arco Banda Interior com Exterior, relativamente o movimento da direção as placas para placa Eurásia (Audley-Charles 2011).

Uma avaliação da actividade da tectónica presente na região Arco Banda será função de uma análise dos três modelos da evolução tectónica no Timor. A tectónica actual é responsável pela elevação contínua de Timor durante a colisão. A paisagem é uma consequência da geodinâmica recente, e reflecte o uplift de Timor. A crosta continental Australiana estende-se até a costa norte de Timor (Chamalaun et al., 1976; Hamilton,

1977) Por cima do soco australiano suavemente deformado estão as rochas derivadas da margem distal passiva (unidades parautoctones), formadas no Jurássico Médio até Jurássico Superior. Está a condição de margem passiva mantem-se até à colisão arco-continente no Neogénico, quando se instalam as rochas de pre-colisão no ForeArc Banda (unidades alóctones).

A estrutura que domina a região é divergente de acordo com o modelo da deriva (fig 13). O deslocamento na superfície de Timor com direcção a Sul é coincidente com fossa batimétrica na parte sul de Timor (Johnston and Bowin, 1981), onde o deslocamento de Wetar é dirigido para norte (Richardson & Blundell, 1996; Harris et al., 2000). A escassez de terremotos na profundidade em Timor está na região sísmica, que coincide com a zona inativa no Arco Banda interior. Os recifes de coral elevados de idade quaternária mostram que uplift continua até agora, possivelmente como uma resposta à subducção ou à recuperação isostática (Chappell and Veeh, 1978).

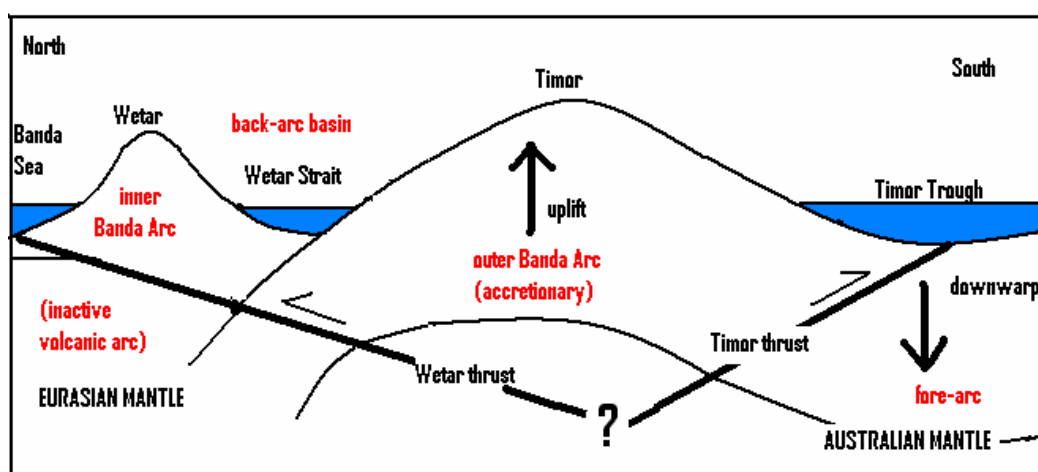


Fig.II.12. esquema secção cruzada de Arco Banda no Timor (Gilliam Hamson,2004)

Registos sísmicos mostram a subducção que mergulha na direcção ao Norte e ao Sul durante a colisão, significa que relaciona com interface que mais antiga entre duas placas (fig.II.13) (Richardson & Blundell, 1996). “A fossa de Timor apesar de sua ligação com o desenvolvimento da fossa subducção pode ser agora considerada com intracontinental” (Johnston & Bowin, 1981).

II.2.3.1. Terremotos

A fossa tem pouca profundidade e os terremotos estão associados a movimentos do tipo strike-slip relacionados com a convergência (McCaffrey, 1988). O movimento de

convergência no Arco faz-se através da zona de falhas de strike-slip como é a falha transcurrente esquerda de Wetar. Enquanto os terremotos mostram evidências de convergência Norte – Sul, mecanismos de falha normal também revelam que uma lenta extensão Leste – Oeste está ocorrendo na região Forearc (McCaffrey, 1988). Isso significa que há evidência de falha normal no Plio-Pleistocénico em Timor (Audley-Charles, 1968).

Mudanças na sismicidade são evidentes ao longo do Arco Banda. Sismos na superfície têm ocorrido em toda a região, mas a actividade sísmica é mais concentrada para Leste e Oeste de Timor (Chamalaun & Grady, 1978). Sismos superficiais nas proximidades de Timor Leste não podem corroborar a inversão de polaridade da subducção, apesar da evidência de deslocamento para norte na fossa de Timor (McCaffrey, 1988).

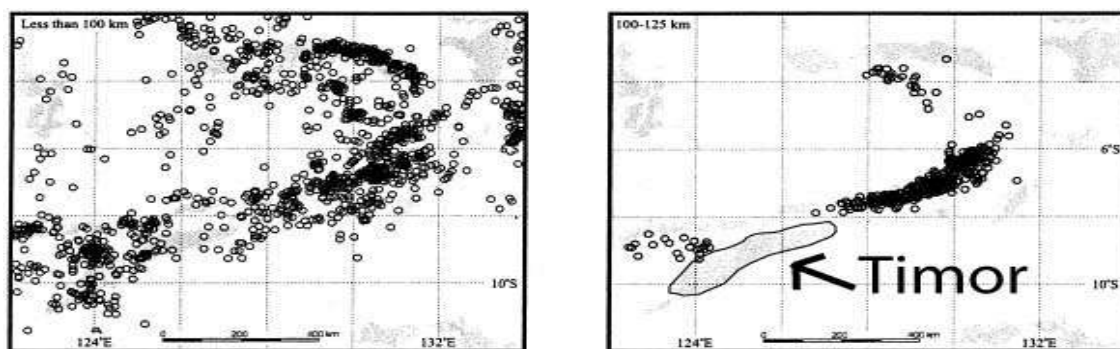


Fig.II.13. Epicentro dos sismos no Mar Banda no profundidades menos de 100 Km e 100 – 125 Km (retirado de Milson,2001)

II.2.3.2. Vulcânismo

A área de Alor ou Wetar do Arco interior directamente ao norte de Timor tem actividade vulcânica (Abbott & Chamalaun, 1978). A separação entre a câmara de magma e a superfície durante a subducção o deslocamento da litosfera oceânica, nesta região é provavelmente a explicação para a ausência de vulcanismo (Chamalaun & Grady, 1978; Johnston & Bowin, 1981). A disparidade no vulcanismo activo ao longo do Arco interno é possivelmente devido um “bloqueio” da zona colisão em Timor, por causa de proximidade com a plataforma rígida Sahul para Sul. O bloqueio da zona colisão por causa subducção é movimento para Norte do Mar de Banda, significa que o vulcanismo ativo estava isolado no vulcão de Wetar. De acordo com Johnston e Bowin (1981), o mar de Banda continua a ser uma zona subducção ativa, o vulcanismo no Arco Banda interior no norte de Timor.

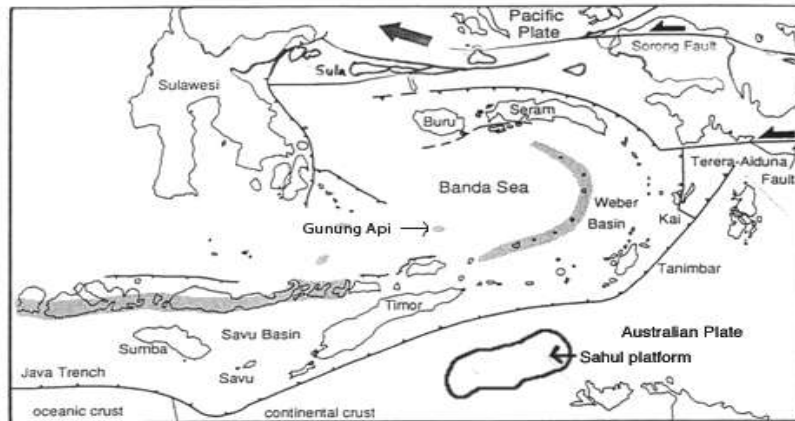


Fig.II.14. Regiões de vulcanismo activo no Arco Banda Interna (Harris,1991).

II.2.4. Estratigrafia

A análise estratigráfica detalhada da zona de colisão em Timor revela que as fases de deformação pré-Pliocénicas afectaram os membros do alóctone antes de estas terem sido carregadas em conjunto para a margem continental Australiana no Pliocénico médio. A distinção dentro da zona de colisão de elementos que apresentam histórias estruturais diferentes e polaridades opostas permite a identificação da margem da placa que foi carregada e dobrada depois da colisão inicial.

A unidade inferior do carregamento instalada em Timor e nas outras ilhas do arco de Banda externo parece ser parte de uma cordilheira externa asiática carregada por fragmentos do soco metamórfico e cobertura vulcano-sedimentar da margem continental.

Os estudos estratigráficos fornecem uma base para a explicação da origem, transporte e instalação de um olistostroma principal, para a sequência de elementos alóctones da margem continental subductada e para as fases de deformação pós-colisionais no arco-vulcânico. Um modelo especulativo interpreta uma colisão progressiva desde o Mio-Pliocénico entre a margem continental do bloco Australiano e um arco-ilha que migra desde o sudeste asiático, através da expansão do Mar de Banda, do tipo marginal. O sistema do arco de Sunda – Banda é largamente considerado como a causa para ter se originado uma subducção com inclinação em direcção ao norte do Oceano Índio que associados com movimento Cenozóico em direcção ao norte da placa Indo-Australiana.

II.2.4.1. Sistema Autóctone (segundo Audley-Charles, 1968)

1. Formação de Atahoc

O afloramento principal é constituído pelo núcleo de um anticlinal, de eixo E-W, cujos flancos apresentam inclinações em regra suaves. A formação de Atahoc compreende, na base, 100 m de bancadas espessas de grés quartzíticos, sem fósseis, seguidos de 500 m de xistos argilosos, negros, ricos de nódulos calcários e com algumas intercalações de grés quartzíticos e de calcários amarelos, cinzentos ou avermelhados, estes com fauna do Pérmico inferior muito abundante (artículos de crinóides, várias espécies de amonites, ortóceras, corais, lamelibranquios, briozoários, espongiários, trilobites e foraminíferos).

2. Formação de Cribas

Esta formação é essencialmente argilosa, de tipo flysch, sendo constituída por cerca de 500 m de xistos negros e grés finamente laminados e micáceos e por xistos «borra de vinho». Contém, além de muitos nódulos calcários, raras intercalações de calcários vermelhos, de aspecto semelhante aos da série inferior, mas muito menos fossilíferos, com impressões de *Pterinea sp.* e crinóides.

3. Formação de Aituto

Calcários margosos, donde o interesse para a indústria cimenteira. Requerem, no entanto, estudos de prospecção detalhados assentes na delimitação de locais onde predominantemente aflorem calcários margosos também tem silex. Esta formação está datada do Triásico.

4. Membro de Talibelis

Nível basal da formação Aituto constituído por argilitos negros com margas, muitos pelecypodas e gastrópodes. Os fósseis indicam que esta formação se depositou em ambiente marinho de pouca profundidade.

5. Formação Wailuli

Esta formação apresenta fácies flysch e é caracterizada por alternância de leitos de grés micáceos e de xistos argilo-margosos. Os grés são, em geral, de grão fino, grauvacóides, com cimento calcário, muito duros, de cor acinzentada, por vezes azulada; apresentam-se ora em bancos muito espessos, ora em leitos finos. É comum encontrarem-se neles restos de

vegetais incarbonizados. Os xistos argilosos tomam cores variadas, dominando o cinzento, amarelo e, arroxeados.

6. Formação Waibua.

Esta Formação é considerada de idade Cretácica e é constituída por argilas com radiolários, sílex, calcilutitos e também tem nódulos de manganês.

7. Calcários de Borolalo

Esta formação tem calcilutitos, biocalcarnitos e sílex.

8. Formação Seical

A litologia nesta formação é semelhante com formação Waibua, tem também radiolaritos do Cretácico, argilas, sílex e margas e alguns calcários e arenitos.

9. Calcários de Dartolu.

A formação compõe-se, essencialmente, de calcários numulíticos, maciços, duros, de cor acinzentada, e de grés calcários, aos quais se associam argilas castanhas, tufos, conglomerados e brechas vulcânicas, com foraminíferos e corais. Por vezes aparecem, ainda, rochas siliciosas e radiolaritos castanhos.

10. Formação de Barique

Os tipos litológicos mais comuns na formação de Barique parece pertencem a tipos intermédios e básicos, aos quais se associam tufos, brechas vulcânicas e conglomerados. Pelo espaço que as rochas eruptivas de Barique ocupam em Timor Leste, denunciam ter havido na ilha grande actividade vulcânica durante o Cenozóico. Tal vulcanismo pode estar relacionado com as primeiras grandes emissões de lava que estão na origem da formação do Arco interno de Sonda. Um estudo petrográfico comparativo poder-nos-á, talvez, esclarecer sobre este ponto.

11. Calcários de Cablac

Na maior parte, esta formação compõe-se de calcários pelágicos de grão fino, calcários dolomíticos, calcários detríticos de fácies oolítica ou pseudo-oolítica, conglomerados e brechas calcárias. São também muito frequentes os fenómenos de chertização e dolomitização, que afectam sobretudo os calcarenitos.

12. Calcários da Aliambata

Estas unidades são ricas em calcilutitos pelágicos com foraminíferos e são de idade Miocénico Superior.

13. Formação de Viqueque.

É uma unidade muito variada em termos litológicos, extremamente rica em microfauna e cuja rápida deposição em meio marinho ocorreu sob condições regressivas. Com uma espessura variável entre 100 e 800 m, é constituída essencialmente por rochas margosas e argilitos de cores muito claras que para o topo tendem a adquirir uma componente siltosa e arenosa.

14. Calcários de Lariguti.

A unidade é constituída por calcarenitos e recifes de corais.

15. Conglomerado de Dilor.

Sequência sedimentar transgressiva, iniciada por conglomerados com camadas com estratificação cruzada, areias e siltitos com foraminíferos.

16. Seketo Block Clay

Corresponde a arenitos que, gradualmente, passam a rochas de fácies de mar medianamente profundo, com abundante deposição de margas e calcários margosos. Argilitos e margas intercalados.

17. Calcários de Baucau

Corresponde a um recife de coral de idade Pleistocénica a recente, sobrelevado tectonicamente e com espessuras que chegam a ultrapassar os 500m. Aos calcários recifais propriamente ditos estão associadas outras litologias calcárias de cor branca e elevado grau de pureza e que genericamente correspondem a biostromas muito pouco consolidados.

18. Calcário de Poros.

Envolvendo as aluviões da lagoa de Surubeco e a preencher a periferia da bacia interior do antigo atol de Lospalos, existe uma formação, de fisiografia plana, constituída por leitos irregulares de calcário cinzento, muito margoso.

19. Formação Suai

Os conglomerados que possivelmente são de origem fluvio-marinha, marcados por plataformas regulares, inteiramente constituídos por cascalheira bem rolada, sobre a qual, por vezes, se instalam recifes de coral.

20. Gravels de Ainaro

Os depósitos aluviais apresentam, em geral, grande desenvolvimento, em particular no troço terminal dos cursos de água e na orla marítima. É principalmente no litoral sul que as aluviões tomam maior representação,

quer em profundidade, quer em extensão, a elevada altitude existem também grandes extensões aluviais nas planícies.

II.2.4.2. Sistema Alóctone (segundo Audley-Charles, 1968)

1. Complexo de Lolotoi

Este complexo é, de forma muito genérica, constituído por rochas de natureza sedimentar e ígnea, metamorfizadas em baixo grau. As suas potencialidades assentam fundamentalmente nas rochas ígneas de natureza gabróica e dolerítica para fins de utilização como agregados.

2. Formação de Aileu

Esta Formação ocupa uma grande extensão no território timorense, sendo provavelmente de idade Pérmica. É muito variada em termos litológicos, denotando diversos graus de metamorfismo. Predominam os xistos argilosos, filitos, anfíbolitos e rochas ígneas. É uma formação, certamente muito espessa, constituída por rochas cristalinas, em que o grau de metamorfismo decresce sensivelmente de norte para sul. Com efeito, na faixa litoral diferencia-se uma zona em que as rochas se apresentam muitíssimo dobradas, com domínio dos filádios, micaxistos biotíticos, xistos anfibólicos e outros tipos litológicos afins. Estas rochas são atravessadas por numerosos veios e filões de quartzo e, de onde em onde, junto à costa, existem intrusões de sienitos alcalinos e andesíticos e de dioritos, nomeadamente nas localidades de Tibar, Díli, Ponta Fato Cama e Subão Grande.

3. Formação do Maubisse

Esta formação tem três secções, constituídas por;

- a. Na base, potente serie, relativamente pouco deformada, com pelo menos 1000m de espessura, formada por xistos argilosos cinzentos a negros e xistos greso-micáceos; estes tomam frequentemente cor avermelhada devido à alteração dos minerais ferrosos. Contém raras impressões de lamelibranquios que lembram formas presentes na parte inferior do Pérmico superior de Cribas.
- b. Segue-se uma formação com 200 a 400m de espessura, constituída por mantos lávicos, tufos e brechas eruptivas, em alternância com

calcários de Crinoides, rosados, com abundante fauna característica do Pérmico Superior. Estes calcários dispõem-se em bancadas muito espessas, vigorosamente dobradas.

- c. O topo é exclusivamente constituído por lavas básicas, patentes no pico de Tata Mai Lau (maciço de Ramelau), onde atingem desenvolvimento da ordem de 500 m.

4. Calcários de Borolalo

As litologias presentes nesta formação são calcilitos, biocalcarnitos e sílex.

5. Bobonaro Scaly Clay.

Este complexo corresponde a uma “mélange” tectónica que se pensa terá sido depositada, durante o Miocénico médio, sob condições de instabilidade gravítica, num ambiente de rampa submarina e para a qual contribuiu o desmantelamento das unidades alóctones anteriormente referidas. Em termos litológicos apresenta uma matriz de natureza argilosa que engloba uma grande variedade de blocos exóticos sub-angulares de dimensão muito variável.

II.3. Trabalhos Anteriores da região

II.3.1. Comparação das unidades definidas por Audley-Charles e Azeredo Leme.

Na tabela apresenta-se uma síntese das formações que existem na região, baseado no que o Audley-Charles e o Azeredo Leme publicaram. A tabela seguinte procura comparar as designações e as idades propostas por Audley-Charles (1968) e Azeredo Leme (1968).

Tabela II.1. Comparação das unidades estratigráficas propostas por Audley-Charles (1968) e Azeredo Leme (1968).

Audley-Charles (1968)			Azeredo Leme (1968)		
Cod.	Formação	Idade	Cod.	Formação	Idade
<i>Sistema autóctone</i>					
			7.1.1	Formação de Lolotoi	Pré-pérmico
1	Formação de Atahoc Formação de Cribas	Pérmico	7.1.2	Série de Cribas	Pérmico
2	Formação Aituto Membro Tallibelis	Triásico	7.1.3	Série do Triásico-Jurássico (antiga Série de Mota Bui)	Triásico-Jurássico
			7.1.4	Maciços calcários de Tutuala	Triásico superior
3	Formação Wailuli (Ailuli)	Jurássico	7.1.5	Formação de Baguia	Jurássico?

4	Formação Wai Bua Calcário de Borolaro	Cretácico	7.1.6	Cretácico	Cretácico
5	Formação Seical Calcários de Dartolú	Eocénico	7.1.7	Formação de Dartolú (antiga Série de Same)	Eocénico
6	Formação de Barique	Oligocénico	7.1.8	Rochas eruptivas de Barique	Oligocénico?
7	Calcários de Cablac	Miocénico Inferior	7.1.9	Calcários de fato	Miocénico inferior
8	Calcários de Aliambata Formação de Viqueque Calcários de Lari guti	Miocénico superior	7.1.10	Complexo argiloso	Miocénico superior
9	Conglomerado de Dilor Seketo Block Clay	Pliocénico	7.1.11	Série de Viqueque	Plio-Plistocénico
10	Calcários de Baucau Calcário de Poros Formação de Suai Gravels de Ainaro	Pós-pliocénico	7.1.12 7.1.13 7.1.14 7.1.15 7.1.16	Rochas eruptivas pós-pliocénicas Recifes de coral emersos Calcários lacustres de Pórus Terraços fluviais Aluviões recentes	Pós-pliocénico
Sistema alóctone					
1	Complexo de Lolotoi	Pré-Pérmico			
2	Formação de Aileu Formação de Maubisse	Pérmico	7.2.1 7.2.2	Série metamórfica de Díli Série de Maubisse	Pérmico inferior? Pérmico superior
3	Calcário de Borolaro	Cretácico superior			
4	Bobonaro Scaly-clay	Miocénico médio			

II.3.2. Os Trabalhos mais recentes

O autor que trabalhou nas proximidades da minha área foi Francisco Monteiro, numa região a para oeste da minha área do trabalho.

“O Triásico Superior em Timor é constituído por intercalação de calcário pelágico e argilitos na formação do Aituto, e alternância entre argilitos com arenitos dêem fácies flysch no Jurrasico Inferior ate Jurasico Medio na formação Wailuli. A revisão dele permitiu o reconhecimento do Triásico Superior de fácies carbonatada intercalado com calcários e conglomerados em arenitos com bancadas de siltito, e a inclusão dessas rochas na extensão da formação Babulu no Timor Ocidental (Indonesia).

Segundo Audley-Charles, em Timor o Triásico Medio até Triásico Superior é representado pela formação Aituto, que consiste prencipalmente de calcilitos com alguns

calcarenitos e poucos argilitos. A formação foi depositada numa bacia onde entrou poucos detritos terrígenos. Os níveis inferiores da bacia eram anaeróbicos e possivelmente a salinidade mais alta. O início do período Jurássico é marcado por aumento considerável de detritos terrígenos nos arenitos, argilitos e margas na formação de Wailuli. A formação Wailuli é uma fácies marinha depositada em águas pouco profundas. Há evidências que sugerem que o topo da formação Wailuli corresponde ao enchimento da bacia preenchida por margas vermelhas, gesso e um pouco de sal.

II.3.3. Os trabalhos que existem na minha região,

Audley-Charles (1968), definiu a formação Aituto com base no floramento dos calcários intercalados com xisto mais finos expostos em muitos pequenos afluentes do rio Wailuli em Aituto, anticlinal entre Maubisse e Same. Esta formação é a principal litofácies do Triásico em Timor, também ocorre amplamente no Timor Ocidental.

O artigo do Charlton disse que, a três principais as formações litostratigráficas descritas para o Triásico (fig.II.16) são a formação Niof, formação Babulu e formação Aituto. A formação Wailuli é predominantemente do Jurássico, mas estende-se até ao Triásico Superior. Além desses, tem uma série de afloramentos no Triásico cuja informação litoestratigráfica não permite dizer se são atribuídas a qualquer das formações estabelecidas. As formações são descritas formalizado na estratigráfica aproximada (formação Niof, formação Aituto, formação Babulu e formação Wailuli). Embora com sobreposição significativa no tempo entre essas formações, as formação Aituto e formação Babulu são amplamente contemporâneas.

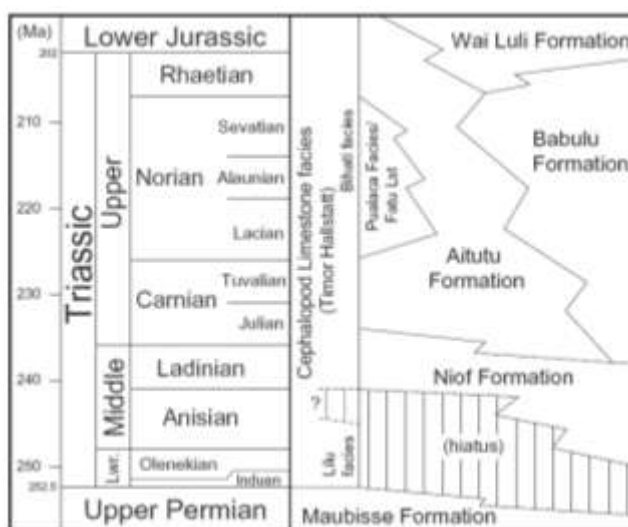


Fig.II.15. A correlação estratigráfica em Timor. (Charlton,2009)

A formação do Wailuli é composta por argilitos com arenitos, relacionados com o topo da sequência de Gondwana. Esta formação é recoberta por uma discordância que marca o rompimento do Gondwana. Durante a colisão da margem continental australiana com Arco Banda gera-se um descolamento dentro da formação Wailuli relativamente fraca perto do nível da discordância separando unidades pre- e pós-rift.

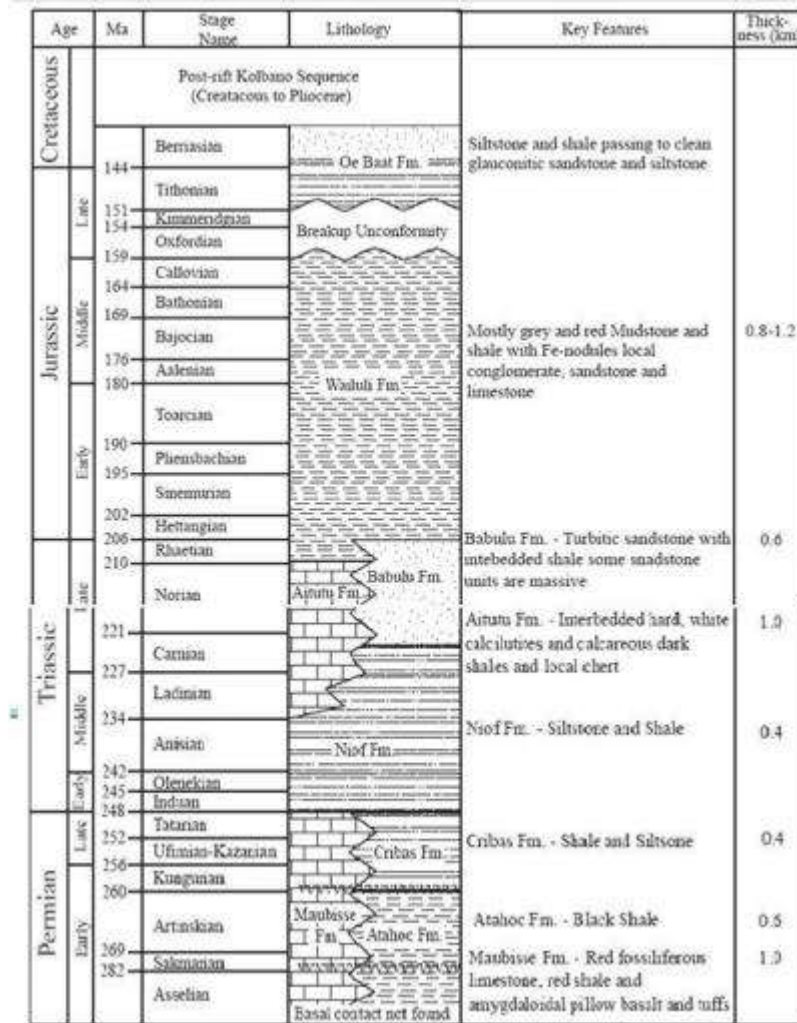


Fig.II.16. A correlação estratigráfica em Timor. (Zobell,2007)

De acordo com Francisco Monteiro, o Triásico Superior em Timor é constituído por intercalação de calcário pelágico e argilitos na formação do Aituto, e alternância entre argilitos com arenitos de flysch na fácies intercaladas no Jurássico Inferior até Jurássico Médio na formação Wailuli. O Triásico Superior é de fácies carbonatada com intercalações de calcários e conglomerados e alternância de arenitos com camadas de siltito, e de inclusão essas rochas na extensão da formação Babulu no Timor Ocidental (Indonésia). A extensão da formação Babulu (Giani 1971, Bird & Cook 1991) no Timor, corresponde só alguma parte da alternância de arenitos e argilitos de flysch na formação de Wailuli”.

III. METODOLOGIA

O trabalho foi realizado em diferentes fases, cada uma com metodologia própria, sendo a primeira a compilação bibliográfica dos estudos realizados na região do Manatuto. A obtenção dos dados envolveu etapas sucessivas que foram representadas por três fases distintas e específicas: 1. trabalho no gabinete 2. materiais e estudo do campo, e 3. análises laboratoriais.

III.1. Trabalho no Gabinete.

- a. Pesquisa Bibliográfica.
- b. A pesquisa bibliográfica foi realizada sobre os artigos de Timor, e começou a ser preparada quando estávamos ainda na Universidade de Évora e na Universidade Nova de Lisboa em Portugal, em Dezembro 2010 até Fevereiro de 2011.

Os trabalhos sobre a geologia de Timor que utilizamos mais como suporte a esta tese foram os realizados por Michael Geoffrey Audley-Charles Michael Geoffrey Audley-Charles 1968. Breve Ensaio Sobre a Geologia da Província de Timor por J.C.De Azere do Leme (1968). Stratigraphic Correlation Across An Arc-Continent Collision Zone: Timor and Australian Northwest Shelf, por T.R.Charlton (1989). The Tectonic Evolution of East Timor and the Banda Arc por Gillian Hamson (dia 30 de Abril de 2004). Late Triassic Strata From East Timor, Stratigraphy, Sedimentology, and Hydrocarbon Potential, por Francisco da Costa Monteiro (2003).

- c. Levantamento Cartográfico.

Esta etapa inclui o levantamento cartográfico, carta topográfica, interpretação da fotografia aérea e mapa geológico da área. A base para esta trabalho foi a carta topográfico de Indonesia (2507-133 ECW). O Mapa Geológico de Timor (Audley-Charles, 1968) na escala 1:250.000.

- d. Ferramentas SIG (ArcGis 9.3.1)

ArcGis é uma ferramenta de computador usada para guardar informações geográficas. ArcGis é projetado para coletar, guardar e analisar objetos e fenómenos para a localização geográfica é uma característica importante para a análise. Também ArcGis um software de desktop e mapeamento do sistema de informação geográfica desenvolvido pela ESRI. Com ArcGis podemos usar para:

- Pontos das observações (unidades da formação geológico)
- Linhas das águas (rio principal, rio pequena, lago)
- Contacto geológico na mapa geologia de Audley-Charles
- Mapa topográfico (mapa de Indonesia)
- Mapa fotografia aérea (interpretar contacto entre unidades ou formação geológico)

O principal neste trabalho no ArcGis é pode fazer visualização e análise dos dados geográficos para publicar a mapa geológico da minha área do trabalho.

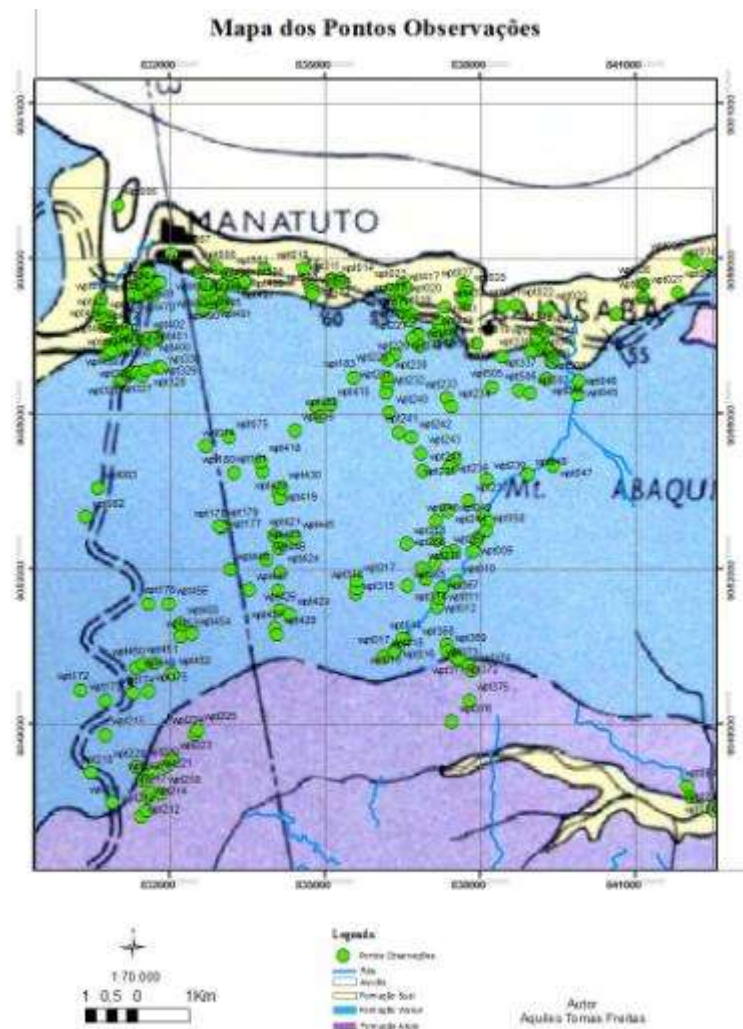


Fig.III.1. Mapa dos pontos observações na área do trabalho, projetado em cima da cartografia de Audley-Charles, 1968.

III.2. Materiais e Estudo do Campo.

- a. Materiais necessários no trabalho de campo, são:

- Mapa topográfico : base do trabalho para saber altitude e litologia da área, ou guia da trabalho da observação.
- GPS (Global Position System): para marcar pontos das observações no campo.
- Bússola: para medição de atitudes, direcção e inclinação da estratificação e também outras estruturas geológicas.
- Lupa: para ver os fósseis e mineraisl mais pequenos
- Martelo geologia: para colher amostras.
- Saco da amostra: recolha a amostra para o laboratório.
- Ácido clorido (HCL): usamos para identificar as rochas carbonatados
- Caderno do campo e lapiseira: para escrever os dados nos pontos observações.
- Câmera: filmagem para registo dos afloramentos observados
- Fita metrica: medição a espessura das camadas.

b. Estudo do Campo

No trabalho do campo o geólogo vai procurar observar directamente os sítios em que é mais fácil encontrar afloramentos, para recolher os dados geológicos mais relevantes. Assim, em primeiro lugar procura afloramentos ao longo de estradas, do rios principais, do rios mais pequenos, vales, e algumas rochas que tenham expressão geomorfológica.

No campo havia situações de trabalho mais difícil e outras mais fáceis. O trabalho mais difícil foi quando trabalhei no tempo de chuva provavelmente inundação, também mais difícil quando tivemos na zona mais alto com clima que mais quente porque precisei mais resistência. A situação mais fácil foi quando estivemos na zona plana onde o clima é mais fresco.

No campo registámos as observações em cada ponto, alguns pontos colhi amostras para analisar no laboratório, as amostras foram referenciadas com um código, escrevi um símbolo das amostras.

III.3. Análises Laboratoriais

a. Análises Paleontológicas

Foram colhidas duas amostras para analisar foraminíferos no Laboratório de Universidade Nova Lisboa em Portugal, os foraminíferos foi observar por professor Paulo

Legoinha. Outros fósseis fomos analisar no Laboratório da Secretaria de Estado dos Recursos Naturais em Hera, Timor Leste. Os fósseis foram analisados para identificar a idade das rochas e o ambiente de deposição. Consegui realizar as XX lâminas para observar os fósseis.

b. Análises petrográficas

As amostras que foram recolhidas no campo, ficaram armazenadas no Laboratório da Secretaria de Estado dos Recursos Naturais (SERN) em Hera, Timor Leste.

Considerando que a análise petrográfica é fundamental para avaliar o comportamento das rochas e também deste trabalho foi analisar e procurar quantificar os aspectos e/ou parâmetros composicionais (composição mineralógica; percentagem de minerais), texturais e estruturais (tamanho absoluto e relativo dos minerais; forma dos minerais; relações de contactos entre os cristais), tipos e graus de alteração e de microfissuramento mineral das rochas estudadas.

A análise petrográfica, incluindo a descrição dos aspectos texturais, as lâminas que fizemos no laboratório realizadas em XX lâminas delgadas orientada com professor Pedro Nogueira.

c. Análises Geoquímicas

As análises geoquímicas realizadas se referem os estudos geoquímicos em rochas que têm hidrocarbonetos ou têm matéria orgânica, foram recolhidas duas amostras para analisar hidrocarbonetos no Laboratório de Actlabs no Canada

IV. LITOESTRATIGRAFIA

IV.1. Litoestratigrafia: descrição geral

Audley-Charles é um dos autores a fazer uma primeira síntese e o primeiro mapa geológico de Timor-Leste, onde dividiu a Geologia de Timor-Leste em quatro grandes conjuntos de unidades:

1. **Para-autóctone:** Rochas com afinidades com a margem Australiana, intensamente deformadas pela colisão com o arco Banda ao longo da zona subducção, durante a colisão arco-continente.
2. **Autóctone:** Formações depositadas durante e depois da colisão orogénica.
3. **Alóctone:** Escamas da bacia *forearc*, unidades com afinidades com a placa Asiática (terreno de Banda), instaladas no território durante a colisão com a margem do continente Australiano.
4. **Bobonaro Scaly clay:** Unidade interpretada por Audley-Charles como um melange resultante de escorregamentos gravíticos durante o Miocénico, constituído por blocos exóticos de calcários, gabros, etc. numa matriz argilosa sem estruturação interna. Hamilton (1979), interpreta este melange como resultante também de processos de diapirismo dos níveis argilosos, por efeito das tensões durante a colisão (Barber *et al.* 1986; Harris *et al.* 1998).

Na área estudada afloram duas formações que fazem parte do conjunto para-autóctone (Formação Aituto e Formação Wailuli), consideradas parte integrante da sequência de Gondwana e aflora também outra formação geológica pertencente ao autóctone, a Formação de Suai.

O Triásico de Timor é constituído por três formações geológicas principais (fig.IV.1.) são elas a Formação Niof, Babulu e Aituto. Há também a Formação de Wailuli, maioritariamente de idade Jurássica mas a base desta formação inicia-se no Triásico Superior (Charlton *et al.* 2009). No meu trabalho vou falar de duas formações geológicas que afloram na região cartografada, as Formações de Aituto e Wailuli.

A Formação Aituto é formação geológica mais antiga na área de trabalho. Esta formação inclui calcários e dolomitos com sílex, calcarenitos, calcilutitos, radiolaritos e arenitos-quartzicos. Segundo Audley-Charles (1968) a sua espessura é de mais ou menos 1000m.

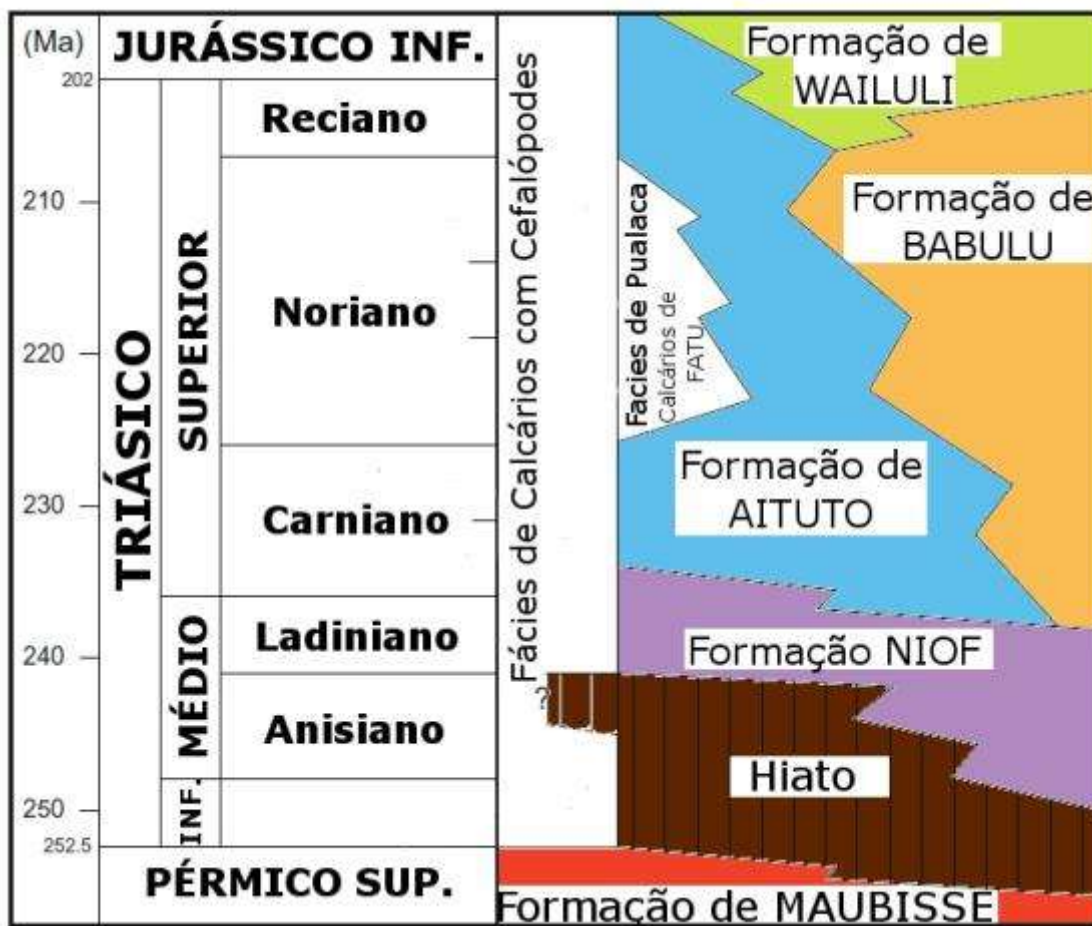


Fig.IV.1.Estratigrafia do Triásico de Timor (segundo Charlton et al., 2009)

A Formação de Aituto depositou-se no mar pouco profundo, no Triásico Superior, como indicam os fósseis dos géneros Halobia e Monotis. Os ambientes de deposição da Formação Aituto originaram várias litofácies (Audley-Charles, 1968) mas a maioria das rochas corresponde a calcários geralmente dolomíticos, bem estratificados.

A Formação Aituto aflora maioritariamente na parte Sul da área do trabalho, segundo Audley-Charles (1968) a base da Formação Aituto é o membro Talibelis, mas este nível não foi cartografado porque a área estudada situa-se consideravelmente a Norte do Anticlinal de Cribas e este membro apenas se encontra a aflorar no anticlinal de Bazol. A cartografia realizada neste trabalho levou a um diferente posicionamento do contacto entre as formações de Aituto e Wailuli relativamente ao mapa geológico de Audley-Charles (1968). No mapa de Audley-Charles (1968) o contacto situa-se mais para Sul, mais próximo do núcleo do Anticlinal de Cribas.

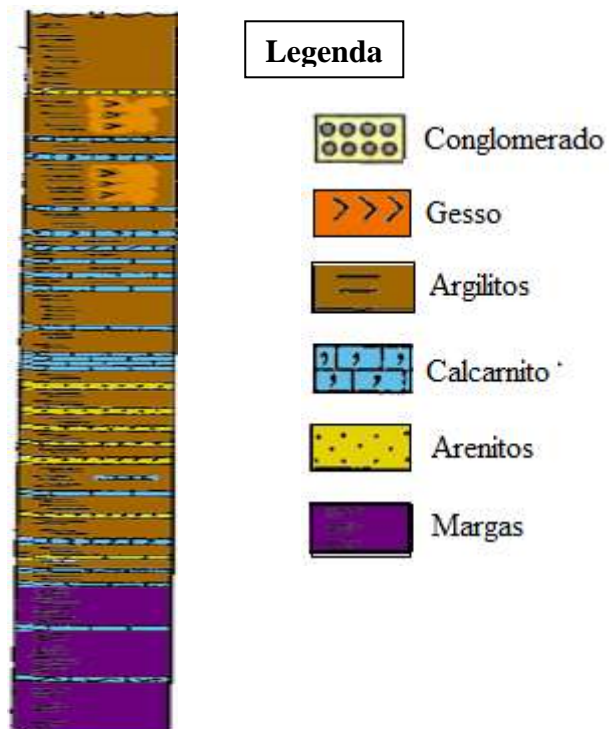


Fig.IV.2. Coluna estratigráfica da Formação Wailuli (Adaptado de Audley-Charles, 1968).

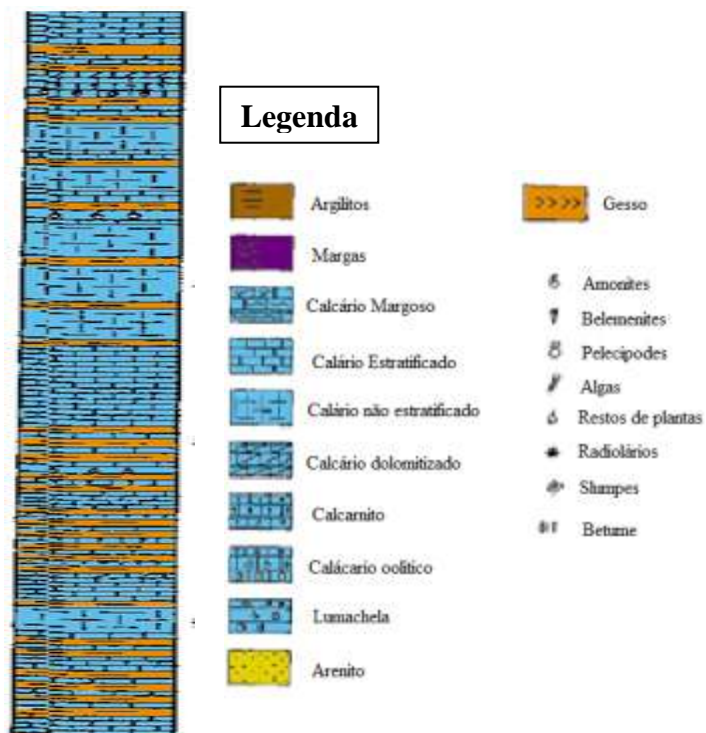


Fig.IV.3. Coluna estratigráfica da Formação Aituto (Adapto de Audley-Charles, 1968).



Fig IV.4. Afloramento na Formação de Aituto mostrando uma alternância de argilitos negros e calcários dolomíticos

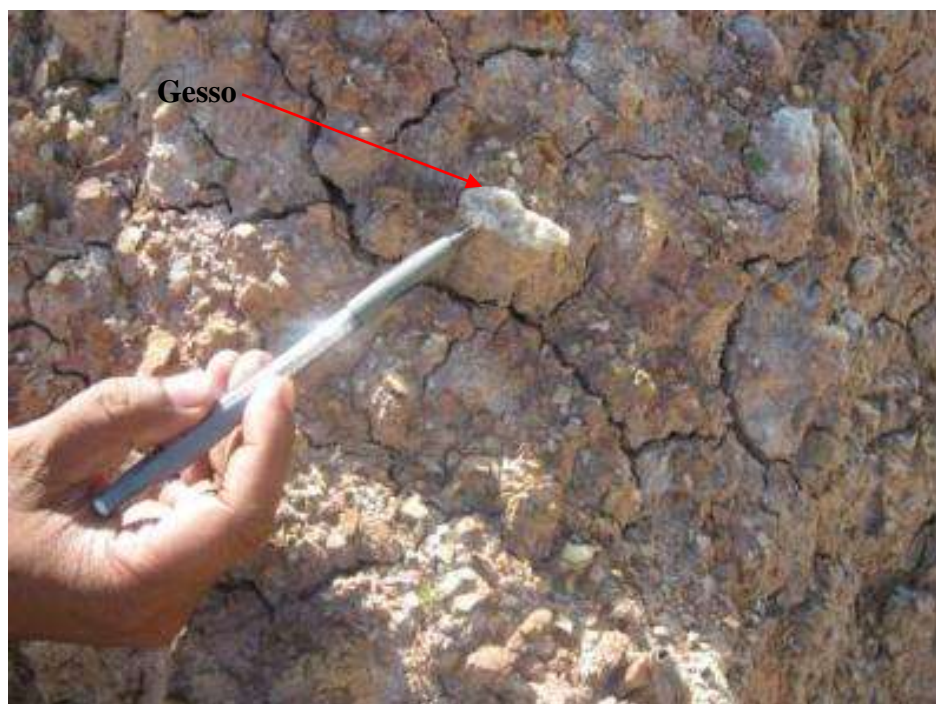


Fig. IV.5. Argilitos vermelhos com gesso

Sobre a Formação de Aituto depositou-se a formação de Wailuli com idade Jurássico Inferior. A Formação Wailuli é, numa primeira aparência bem estratificada, constituída por margas com manchas azul acinzentadas e calcilutitos com amonites (Audley-Charles,1968). A espessura da Formação Wailuli é estimada em mais ou menos 800 metros, até 1000 metros (Audley-Charles, 1968). O local que importante na formação Wailuli na área do trabalho parte Norte de Anticlinal Cribas entre Manatuto e Laleia têm argilitos vermelhos e argilitos azuis com estratificação do gesso e presença de alguns cristais de sal. Localmente podemos encontrar calcilutitos. A deformação do argilitos pode ser atribuída a grandes alterações de volume nos sedimentos originais por causa de reacções químicas do sistema de anidrite-água-gesso. Associados a estas rochas ocorrem calcarenitos e arenitos-quartzicos, (Audley-Charles,1968).

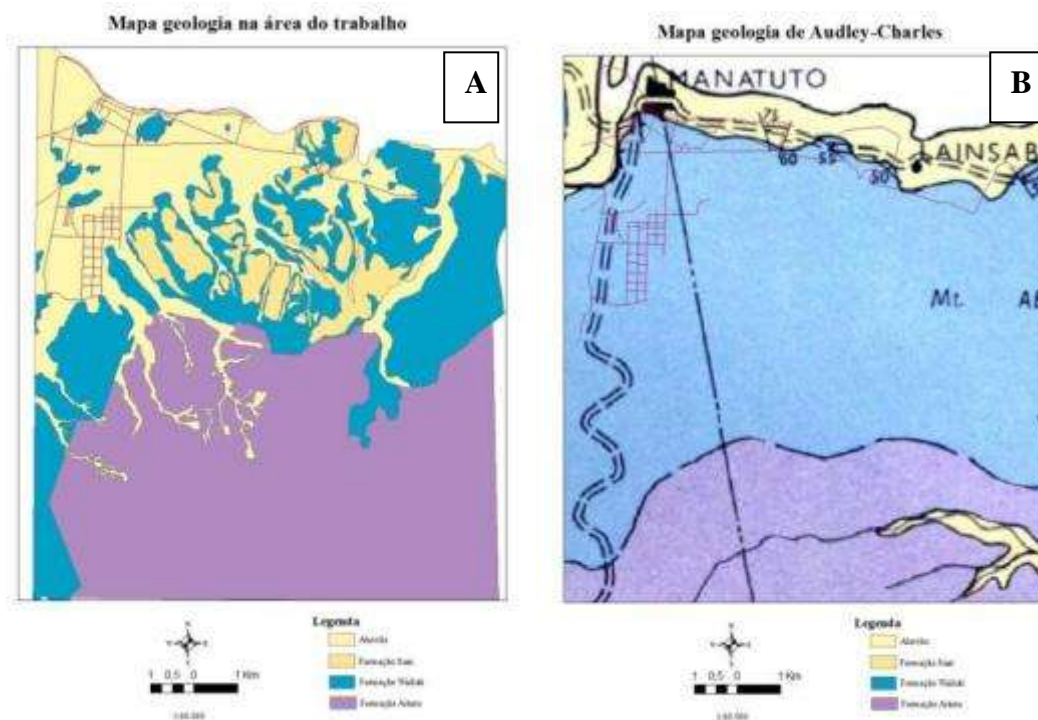


Fig IV.6. A. Contacto formação Aituto com formação Wailuli efectuado neste trabalho. B. Contacto formação Aituto com formação Wailuli no mapa de Audley-Charles (1968).

Os calcarenitos com calcários algais, pisólitos, oólitos e corais indicam condições de deposição em muito pouca profundidade. A presença de conglomerados com calhaus arredondados também indica ambientes de pouca profundidade e grande energia. Outras características que indicam pouca profundidade para a deposição da Formação de Wailuli é a presença de gesso e de pseudomorfos de sal (não encontrados durante o

nosso trabalho), Audley-Charles, (1968). Pelas características apresentadas a Formação de Wailuli poderá ser considerada do tipo flischóide ou turbidítico.



Fig. IV.7. Afloramento da formação Suai na área do trabalho

Na área de trabalho a formação geológica mais recente é a Formação Suai com idade pós-Pliocénica e pertence ao Autóctone. Esta é a formação mais recente, para além das aluviões que ocorrem na área de trabalho. A Formação do Suai depositou-se num mar de muito pouca profundidade ou em zonas costeiras e é constituído por conglomerados com cimento carbonatado. A estratificação na Formação Suai apresenta-se sempre quase horizontal.

As aluviões na nossa área formaram-se na dependência dos rios e também são maioritariamente constituídas por conglomerados transportados pela água do rio e depositados nas linhas de água. Os campos de arroz cultivados pelas populações também se situam em aluviões e rodeiam as várias povoações do distrito de Manatuto.



Fig .IV.8. A aluvião na área do trabalho.

IV.2. Descrição das unidades litológicas

Para o nosso trabalho procuramos definir as unidades litológicas seguintes (6), que da mais antiga até mais recente, são:

1. Unidade dos calcários (Aituto)
2. Unidade de Wailuli inferior
3. Unidade de Wailuli médio
4. Unidade de Wailuli superior
5. Unidade dos conglomerados (Suai)
6. Unidade da aluvião.

IV.2.1. Unidade dos calcários (Aituto)

Esta unidade com idade Triásico Superior, está bem representada na área do trabalho e ocupa quase 50% da região cartografada, a maioria na parte Sul da área do trabalho. Esta unidade corresponderá à Formação Aituto e é constituída por calcários (Fig. 4.6.), calcários dolomíticos com sílex, calcarenitos, calcilutitos, radiolaritos e outras rochas carbonatadas em alternância com níveis argilíticos.

Os calcários têm cor cinzenta e creme, estão bem estratificados e a espessura das camadas varia entre 2cm e 10cm podendo algumas bancadas chegar a ter espessuras maiores por volta dos 10m. Conseguimos encontrar alguns níveis com sílex intercalado nos calcários. Geralmente nesta unidade os calcários mostram uma alternância com argilitos de cor creme, castanha ou negra, sendo este níveis pouco espessos com 2 cm a 5 cm.







Fig.IV.9. A. Afloramento calcário intercalados com argilitos com uma espessura total das bancadas de cerca de 5 metros no Carlilo. B. Afloramento de calcário com sílex no Marbai. C. Afloramento com bancadas de 20 a 40 cm no rio Dolacwain. D. Afloramento de calcário de cor creme no Carlilo. E. Afloramento com fósseis Halobia no Marbai.

IV.2.2. Unidade de Wailuli Inferior (UWI)

A litologia na base da Formação de Wailuli (Unidade Wailuli Inferior) é maioritariamente constituída por uma alternância entre argilitos e arenitos. Os arenitos apresentam-se sempre bem estratificados. O afloramento da UWI representa só cerca de 5% da área de trabalho, estando representada na área a Leste da cidade Manatuto e também por pequenos afloramentos perto das povoações, junto ao rio de Lacro. Os argilitos alternam com arenitos com cor castanha, creme, cinzento, negros e também com cor vermelha. Neste afloramento encontrei micas detríticas. A espessura das camadas varia entre 1cm e 15cm e a espessura total do corte é de cerca de 20m.





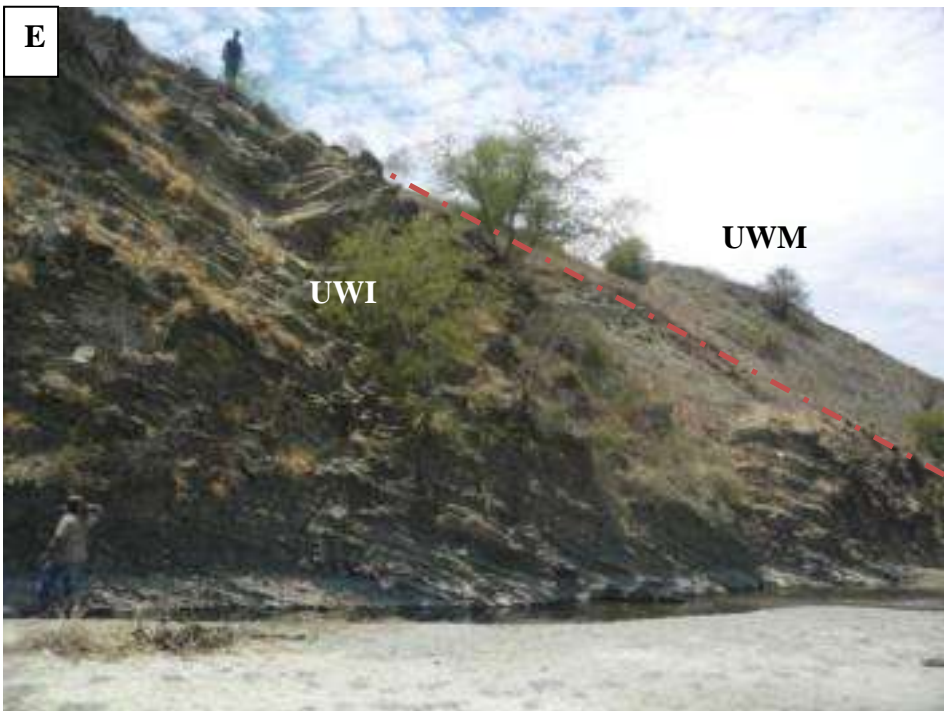




Fig.IV.10. A) Afloramento no Lamasama (foto tirada de NW para SE. B) Afloramento no mar (foto tirada de E para W). C) Afloramento onde dominam os arenitos, na margem do rio Laclo (foto tirada de S para N). D) Afloramento no rio do Laclo (foto tirada de W para E). E) Afloramento perto do contacto com Wailuli médio no rio Laclo (foto tirada de NW para SE. F) Afloramento no rio Laclo.(foto tirada de NW para SE)

IV.2.3. Unidade de Wailuli Médio (UWM)

A área de afloramento desta unidade na área do trabalho é aproximadamente 20%. Seguindo a descrição de Audley-Charles (1968) tem idade Jurássico Inferior e a litologia corresponde a uma alternância de argilitos com arenitos onde dominam os argilitos bem estratificados, na área do trabalho parte Sul depois dos calcários até Leste quase todos os afloramentos são bastante argilosos, o que faz com que grande parte da área esteja coberta de argilas sendo difícil saber a estratificação das camadas, todos os afloramentos apresentam cor castanha, creme, vermelho e cinzento, esta unidades pertence à Formação Wailuli e a espessura das camadas nesta unidade varia entre 1cm e 20cm. O tipo de sedimentação nesta unidade é do tipo flischóide ou turbidítico.







Fig.IV.11. A) Afloramento perto dos calcários de Aituto (foto tirada de S para N). B) Afloramento perto do rio Laclo (foto tirada de W para E. C) Afloramento perto do rio Laclo (foto tirada de S para N). D) Afloramento onde dominam os argilitos (foto tirada de S para N). E) Afloramento de material deformado e escorrido (foto tirada de S para N). F) Afloramento com características semelhantes ao anterior (foto tirada de N para S).

IV.2.4. Unidade de Wailuli Superior (UWS)

Esta unidade, com idade Jurássico Inferior (Audley-Charles, 1968), pertence também à Formação Wailuli. A litologia corresponde a uma alternância entre argilitos, arenitos finos com conglomerados polimíticos no topo. Também encontrei gesso e Audley-Charles (1968) descreve a existência de sal. A espessura das camadas mais finas varia entre 1cm e 100cm e espessura das bancadas mais grosseiras entre 5m-15m,. Também nesta unidade há alguns afloramentos em que não conseguimos ver a estratificação devido a escorregamentos mas podemos identificar o topo do Wailuli por causa da presença de gesso ou dos conglomerados. Esta unidade foi identificada nos seguintes locais monte St.Antonio de Manatuto, Sauhuhun (Pousada de Manatuto) e alguma no Bt. Soraha, correspondendo a cerca de 8% da área de trabalho.





Fig.IV.12. A) Afloramento com rochas conglomeráticas em Bt.Soraha (foto tirada de SW para NE). B) Afloramento com gesso (foto tirada de W para E). C) Afloramento com gesso com boa estratificação, em Soraha (foto tirada de SW para NE).

IV.2.5. Unidade dos Conglomerados (Suai)

Esta unidade corresponde à Formação Suai, constituído por fragmentos de arenitos, e corresponde a conglomerados geralmente mal consolidados, localmente consolidados, depositados num mar de pouca profundidade ou em zonas costeiras. A estratificação nesta unidade é quase horizontal e os clastos dos conglomerados têm diâmetros de 1cm-30cm, os grãos dos calhaus são sub-arredondados a rolados e também incluem fósseis, como por exemplo corais. Os afloramentos, em geral, estão sempre na costa, mas na área de trabalho há alguns afloramentos que estão mais longe do mar ou em zonas mais altas e a inclinar para Sul. Nestes casos isso aconteceu por causa de levantamentos tectónicos. A Formação Suai corresponde a sedimentos com idade pós-Pliocénica. A área de afloramento corresponde a cerca de 15%, sendo sobretudo junto à costa Norte e perto dos montes Obaqi e Mucaqeon.



B



C





Fig.IV.13. A) Afloramento com corais perto do mar parte Norte da área estudada (foto tirada de N para S). B) Afloramento de conglomerados (foto tirada de N para S). C) Conglomerado parte Sul perto do monte Obaqi (foto tirada de NE para SW). D) Alternância de conglomerados e argilitos em Lamasema. (foto tirada de E para W).

IV.2.6. Unidade das aluviões (UA)

As aluviões são a formação geológica mais recente, pertencem ao Quaternário e são formados principalmente por conglomerados com diâmetro dos calhaus de 1cm-30cm, e com grãos sub-arredondados a arredondados. A natureza dos calhaus é variável e depositam-se nas margens das linhas de água nos períodos de enxurrada. As populações aproveitam estas áreas para fazer campos de arroz. Esta unidade ocupa 22% da área do trabalho, a cidade de Manatuto situa-se na sua maioria sobre esta unidade.

A



B





Fig.IV.14. A) Aluvião na parte Sul área do trabalho, no rio Dolacwain (foto tirada de NW para SE). B) Terraço aluvial perto do Manatuto (foto tirada de N para S).C). Aluvião aproveitado para campo de arroz (foto tirada de S para N).

IV.3. Levantamento dos perfis de cada afloramento na área do trabalho

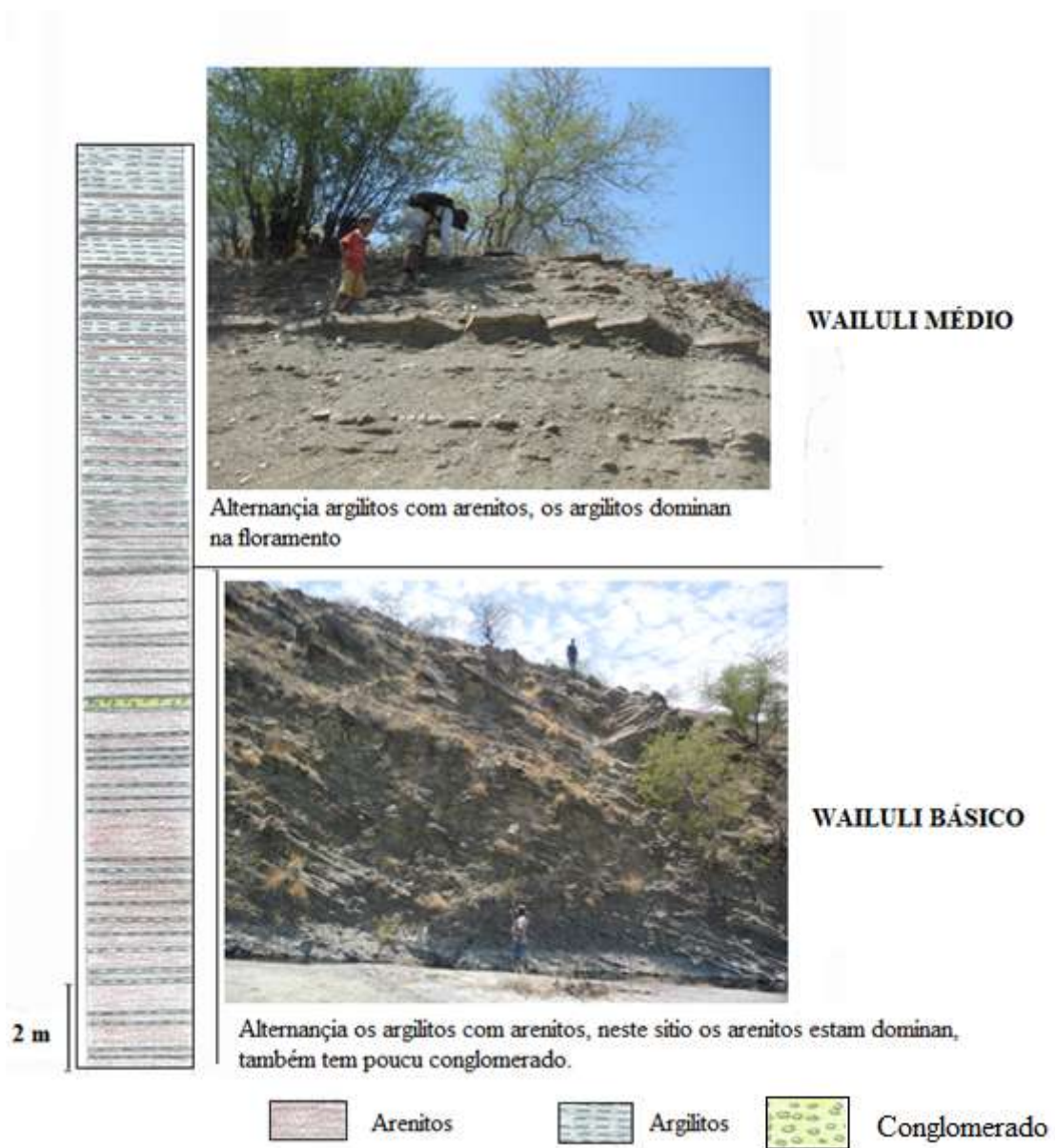


Fig.IV.15. Perfil do afloramento no Lahoee (perto do rio Laclo)



Fig.IV.16. Perfil do afloramento no Uelehae, foto no Wailuli Superior, podemos verificar a foto no fig IV.9.A.

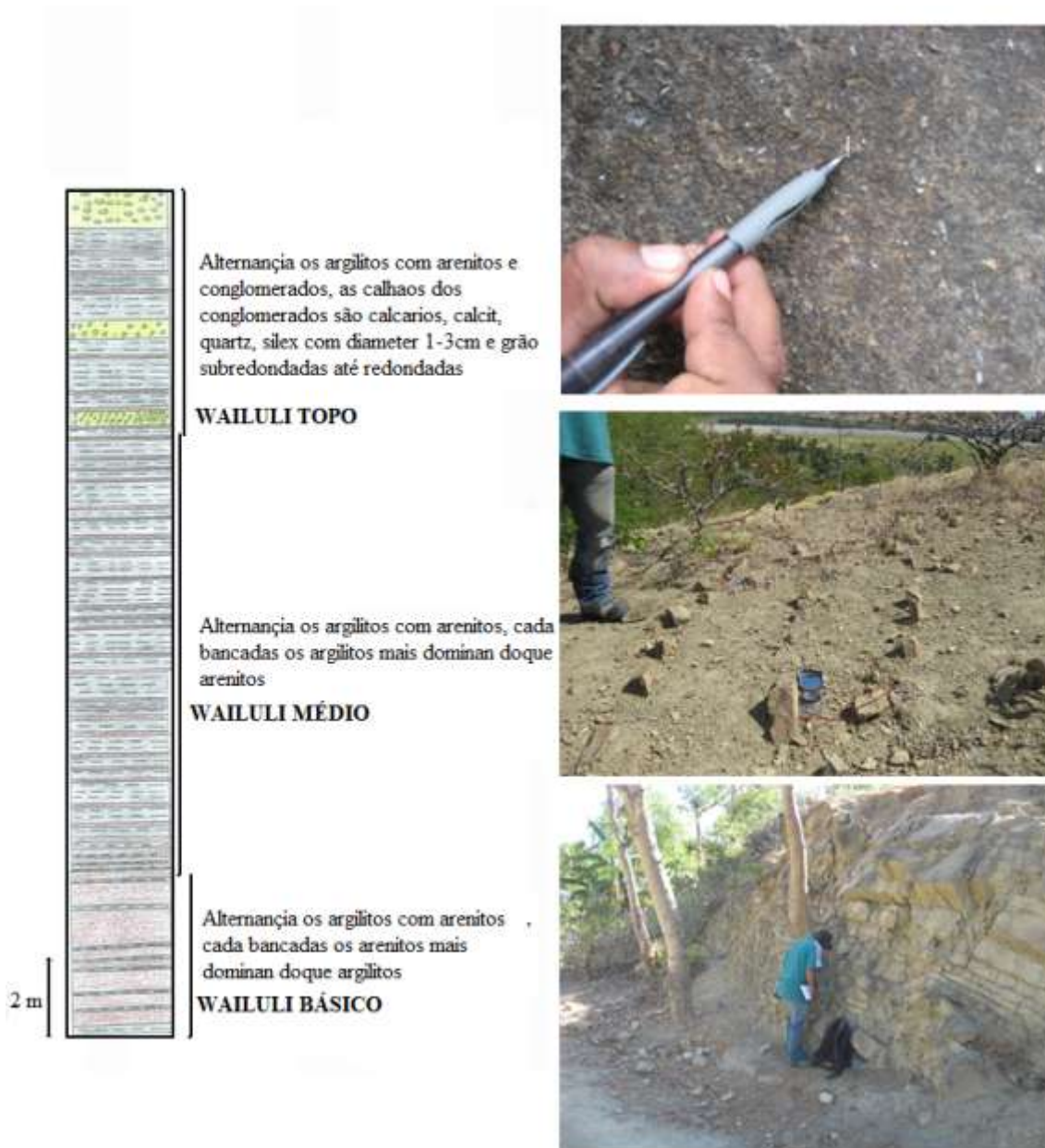


Fig. IV.17. Perfil do afloramento no Sauhuhun (pousada de Manatuto).

Perfil do afloramento no Sauhuhun (pousada de Manatuto).



Fig IV.18. Perfil do afloramento no Domuhuhun (Monumento St. Antonio).

IV.4. Paleontologia

Conseguimos encontrar as fosseis que podemos ver à vista desarmada (macrofósseis) correspondentes à Unidade Wailuli Médio e na Unidade dos Calcários.

Pudemos assim observar calcários com fosseis do género *Halobia* e na Unidade Wailuli Médio observamos amonites.

Os geólogos da Allied Mining Corporation, (*Wittouck, 1937*) encontraram fósseis de cefalópodes do Triásico que foram obtidos em três áreas, a oeste de Manatuto na costa norte, na zona de Pualaca na parte central da ilha e em Tutuala na parte leste da ilha. Os fósseis encontrados são de amonites do Scitiano e do Anisiano ocorrem nas duas primeiras áreas, e do Triásico tardio na última.



Fig.IV.19. Fosseis do género Halobia na Formação Aituto no rio Dolacwain.



Fig.IV.20. Fósseis de amonites na Formação Wailuli perto do Dumuhuhun.

Neste trabalho consegui encontrar macrofósseis, mas na micropaleontologia foi mais difícil encontrar amostras, não estando ainda o Laboratório de Geologia equipado para estes estudos. Esperamos que num futuro próximo possamos efectuar estudos de micropaleontologia nas amostras recolhidas.

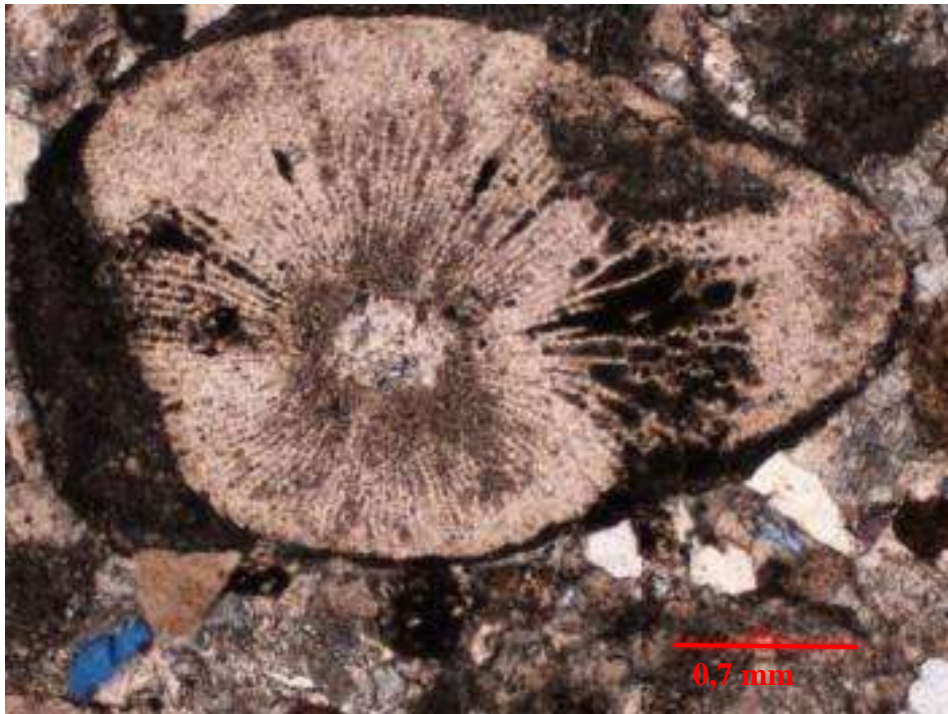


Fig.IV.21. Microfósseis encontrados em rochas da Formação Wailuli em Sauhuhun (AQ1 WP161)

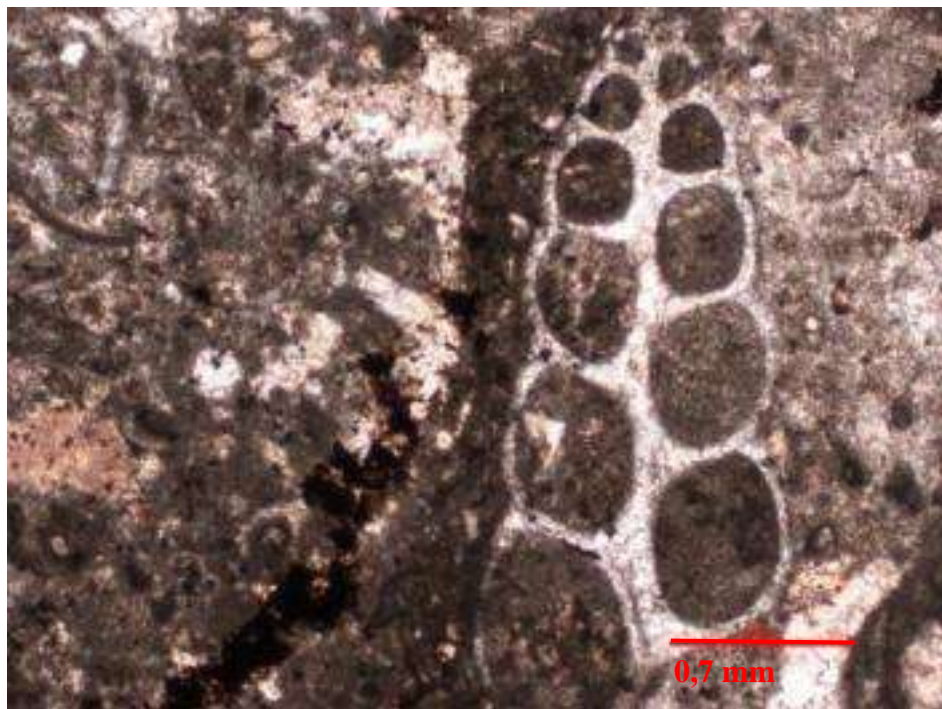


Fig.IV.22. Microfósseis gastrophoda encontrados em rochas da Formação Wailuli no Uelehae (AQ1 WP200).

Como se pode observar pelas figuras atrás nas lâminas realizadas em rochas da nossa área é possível encontrar abundante fauna, que será objecto de estudos mais detalhados no futuro.

IV.5. Síntese estratigráfica da área de estudo

O Triásico Superior de Timor está representado pelas rochas da Formação Aituto, mas em alguns locais também pela Formação Wailuli (Audley-Charles,1968). A tabela 4.1. sintetiza a estratigrafia destas unidades segundo vários autores. Nela incluímos uma síntese das litologias por nós encontradas na área de estudo.

Tabela.IV.1. Estratigrafia do para-autóctone no Mesozóico de Timor-Leste segundo vários autores (Adapt. Monteiro, 2003).

AGE			Giani (1971); Bird & Cook (1991) WEST TIMOR-	Grunau (1953 & 1957b) EAST TIMOR-	Brunnschweir (1957 & 1958) EAST TIMOR-	Audley-Charles (1968) EAST TIMOR-	Monteiro, 2003 This Thesis EAST TIMOR-	Freitas, 2011 EAST TIMOR-
M E S O Z O I C	CRETACEOUS	Late		Bibileu F.	Sei-sal F.	Wai-bua F. Boro-lalo F.	Wai-bua F. Boro-lalo F.	
		Middle	Waibua F.		Wai-bua F.		Wai-bua F.	
		Early						
	JURASSIC	Late						
		Middle			Wailuli F.	Wailuli F.	? Wailuli F.	
		Early		2 m. Aitutu F.	Wailuli F.			
	TRIASSIC	Late	Aitu-tu F. Babulu F.	Aitutu F.	Aitutu F.	Aitutu F.	Aitu-tu F. Babulu F.	
		Middle						
		Early						

V. ESTRUTURA

O trabalho de campo que decorreu entre Março e Agosto de 2011 permitiu realizar a cartografia geológica representada na figura V.1.

A estrutura geral é relativamente simples e, independentemente de existirem alguns dobramentos e falhas descritos no capítulo 5.2, a estratificação das Formações de Aituto e Wailuli apresenta uma direcção preferencial NW-SE, estando maioritariamente inclinada para NE. Sobre esta sequência inclinada depositou-se a Formação de Suai e as aluviões, sub-horizontais, discordantes com as formações anteriores. O corte esquemático da figura V.2. é ilustrativo da estrutura geral do sector.

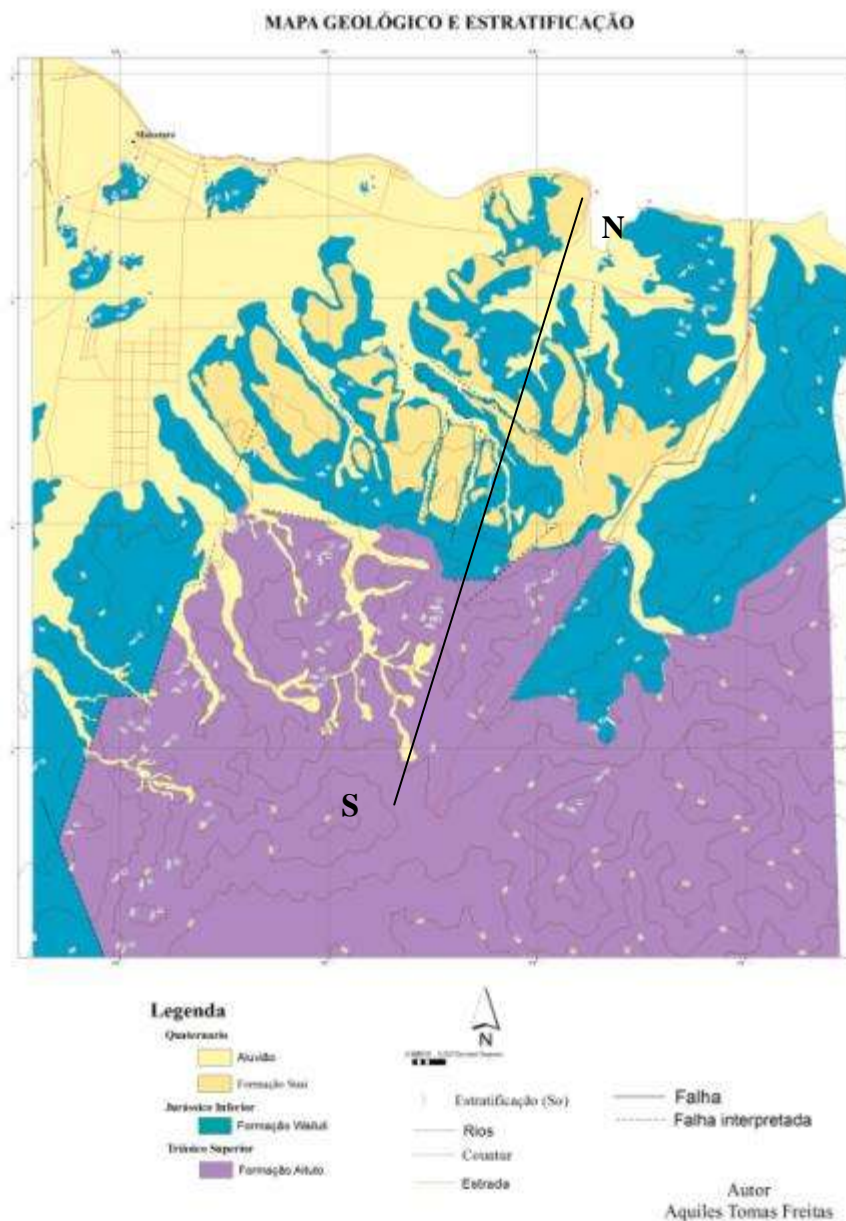


Fig.V.1. Cartografia geológica da área de estudo com indicação do corte representado na figura seguinte

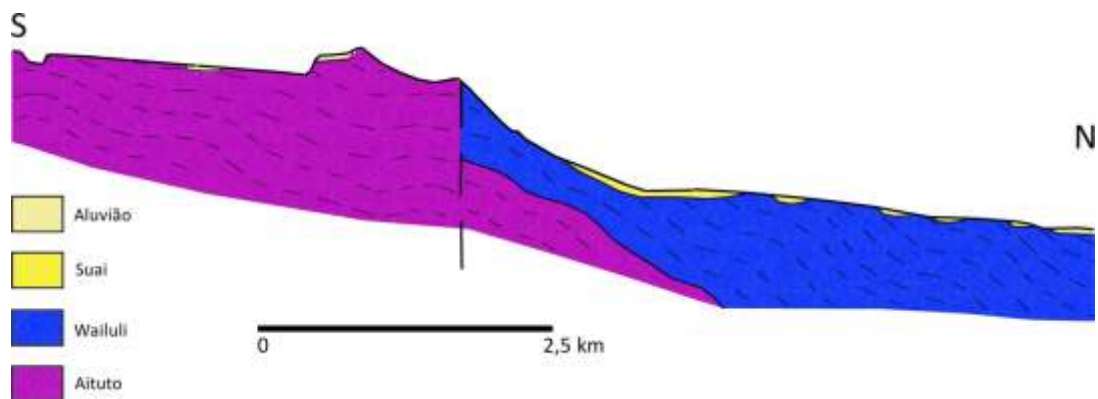


Figura V.2. Corte esquemático N-S, representativo da estrutura da região cartografada.

V.1. Estruturas sedimentares na área de trabalho

V.1.1. Estratificação

Os diagramas das Fig. V.3.e V.4. mostram as atitudes da estratificação nestas duas formações.

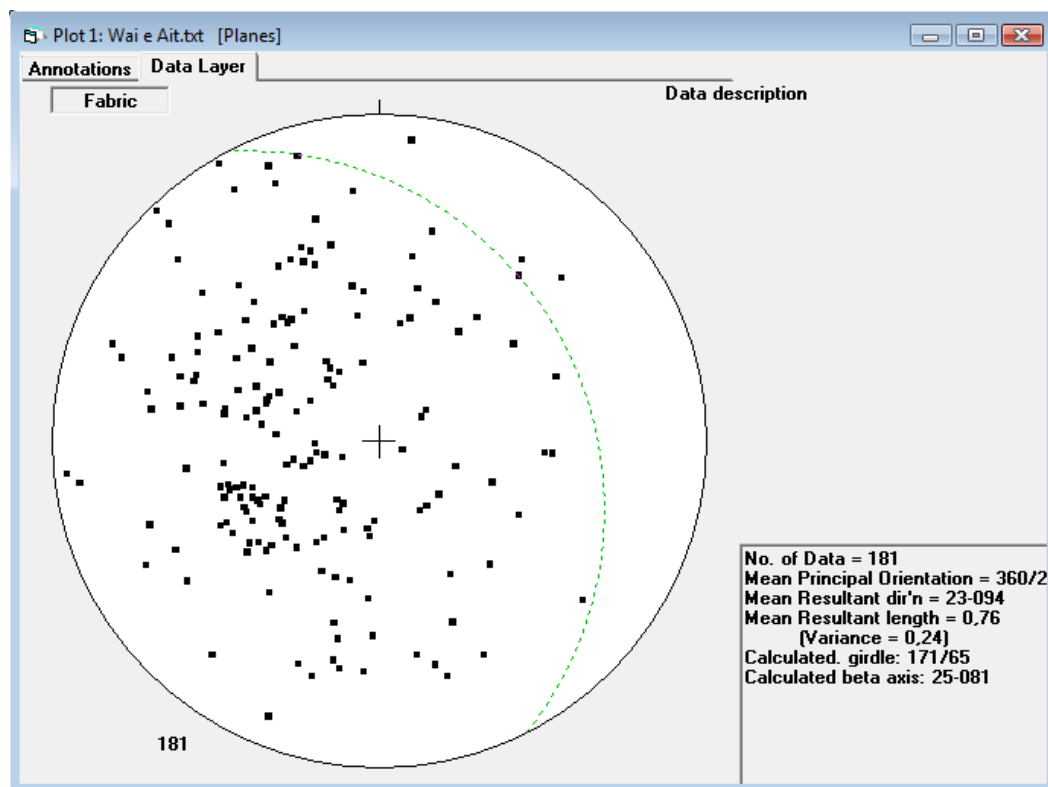


Fig.V.3. Projecção estereográfica dos pólos da estratificação medidos nas Formações de Aituto e Wailuli (programa GEORient).

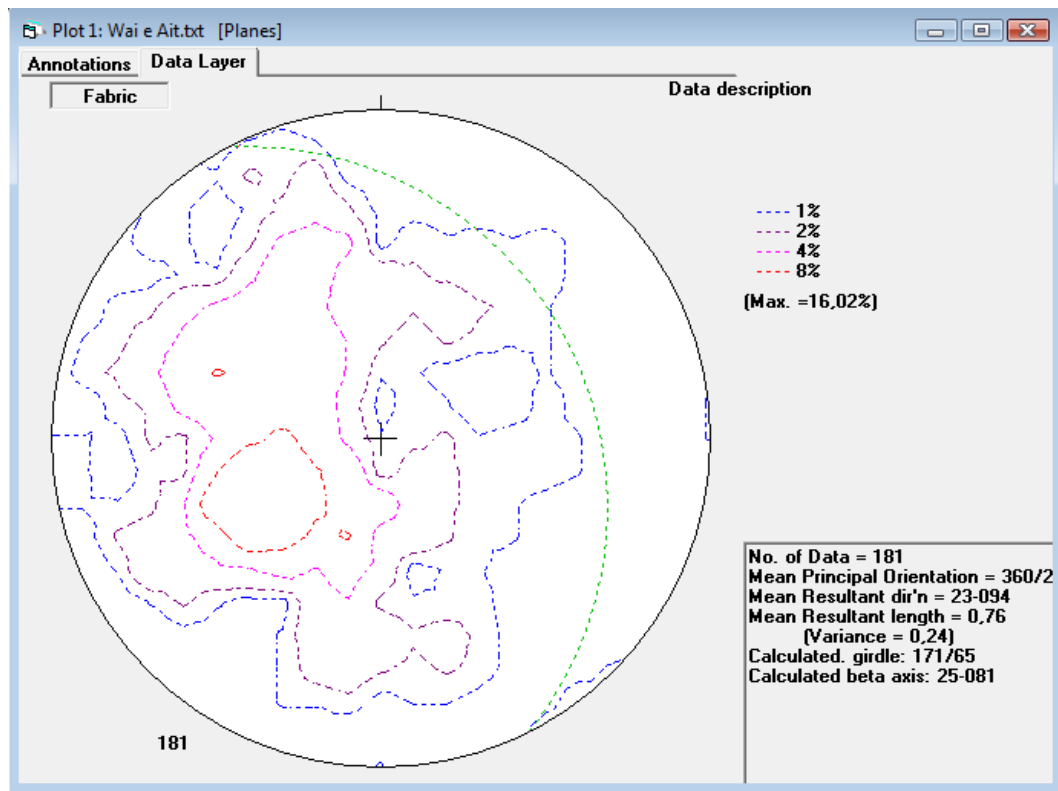


Fig.V.4. Diagrama de densidade dos pólos da estratificação medidos nas Formações de Aituto e Wailuli (programa GEORient).

O diagrama significa que a direção da estratificação nas formações Wailuli e Aituto com valor média é $333^0/36^0$, mas a estratificação quando mais longe do rio ou a falha maiorio inclina para norte com inclinação mais ou menos 30^0 .

V.1.2. Figuras sedimentares encontradas

As estruturas sedimentares que ocorrem na área são de diversos tipos. Podemos observar figuras de corrente, figuras de carga entre outras.

Estas figuras são sobretudo visíveis na Formação Wailuli.



Fig.V.5. Estruturas sedimentares - figuras de corrente no Uelehae (foto tirada de SE para NW)



Fig.V.6. Figuras de carga em Uelehae, (foto tirada de W para Este).

V.2. Estruturas tectônicas

5.2.1. Introdução

A estrutura da área de trabalho é dominada por dobras, geralmente pouco apertadas, de uma primeira fase de deformação, a que se seguiu uma segunda fase de deformação, mais frágil, que deu origem a falhas. As dobras de primeira fase podem localmente estar associadas também a falhas inversas ou cavalgamentos. Nestas dobras podemos observar o sentido da vergência, como por exemplo na dobra que se observa no rio Dlacwain (parte Sudeste da área de trabalho) na Formação de Aituto. A Fig. V.7. mostra uma dobra com eixo 14° - 270° e plano axial $N90^{\circ}; 20^{\circ}S$, a linha com cor vermelha marca o plano axial, ao longo do qual se esboça uma a falha do tipo cavalgamento e a linha com cor amarela marca uma camada só para identificar que a vergência da dobra é para Norte. Esta estrutura pode ser uma falha subsidiária da falha de Tuquete. Neste caso a dobra é ligeiramente mais antiga, depois aconteceu a cavalgamento, por isso a falha é mais tardia.



Fig V.7. Dobra com vergência para Norte no rio Dolacwain (foto tirada de SE para NW)

A estrutura da área foi analisada com recurso à aplicação GEORient para a construção de diagramas de projecção estereográfica. A Formação de Suai é discordante sobre as Formações mais antigas e não foi afectada pela fase de dobramento que deformou as Formações Aituto e Wailuli.

V.2.2. Dobras

Apesar da elevada dispersão (Fig. V.8. e V.9) os pólos parecem distribuírem-se preferencialmente ao longo de um círculo máximo NNW-SSE, inclinado 50° a 60° para SW. O pólo desse plano (30-40° para ENE) corresponderá à atitude média das dobras presentes nas Formações de Aituto e Wailuli.

O total de eixos de dobra medidos na área de trabalho (23), indica uma concentração máxima em torno da atitude 53°-75° (fig. V.9) o que é coerente com a distribuição observada nas figuras V.8. e V.9. .

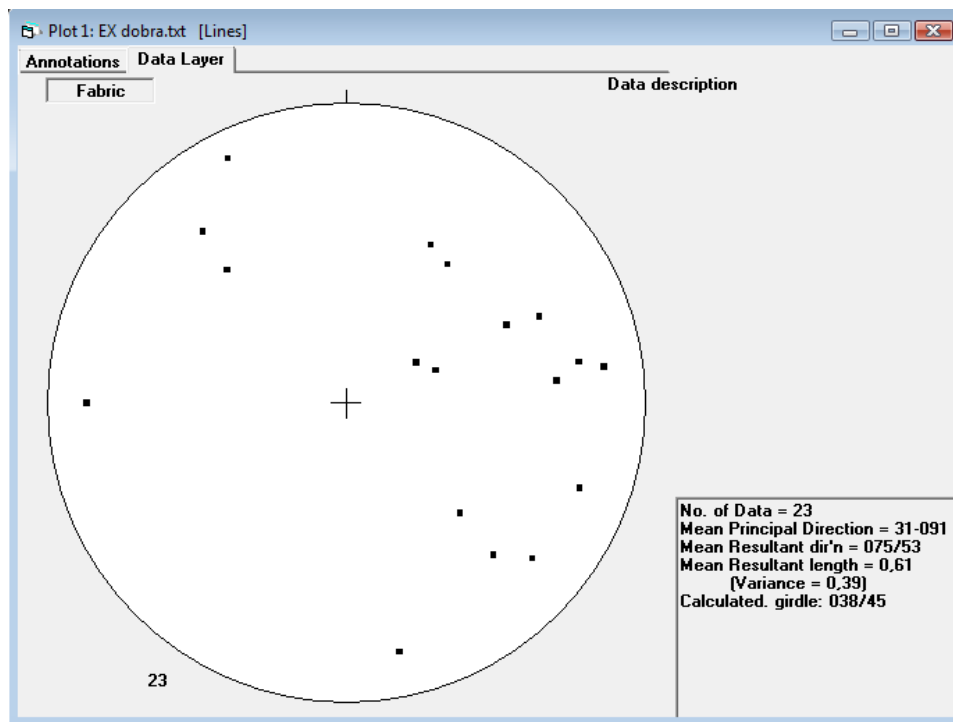


Fig.V.8. Projecção estereográfica dos eixos das dobras (programa GEORient).

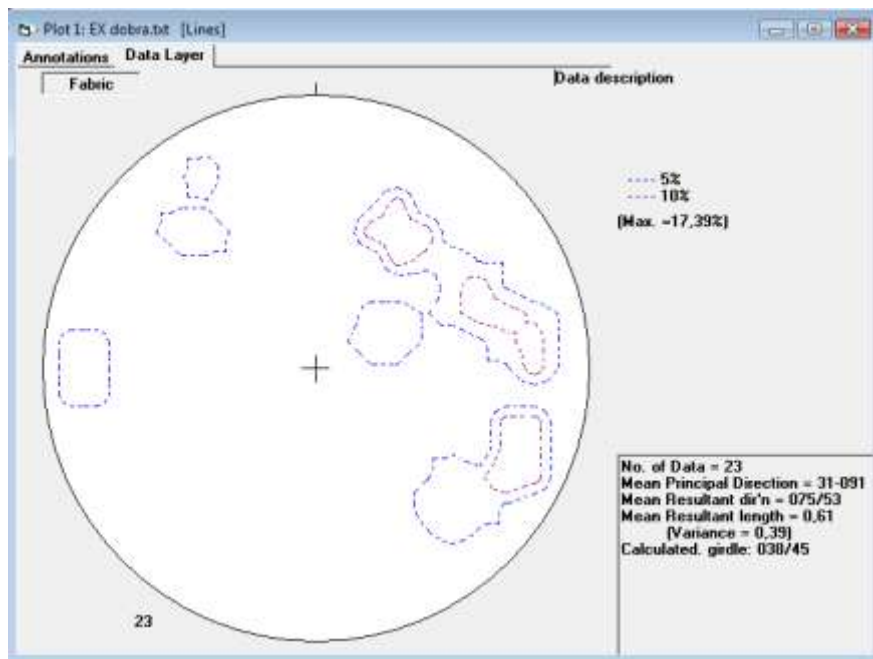


Fig.V.9. Diagrama de densidades dos eixos das dobras (programa GEORient).

A elevada dispersão observada nestes diagramas, tanto da estratificação como dos eixos das dobras, pode resultar de arrastos associados às falhas posteriores. Nos diagramas seguintes mostra-se a distribuição das falhas medidas durante o trabalho de campo.

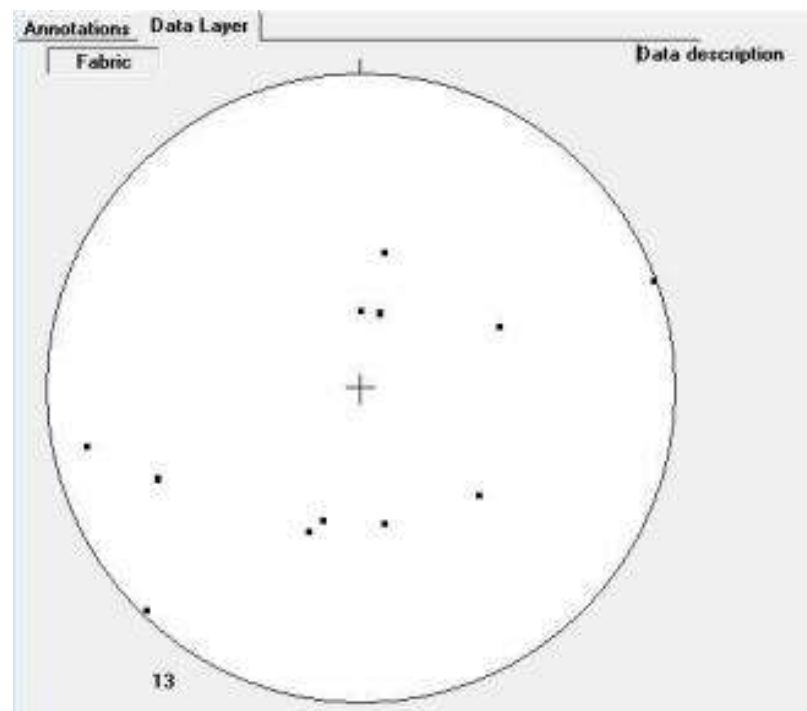


Fig.V.10. Projecção estereográfica dos pólos das falhas.

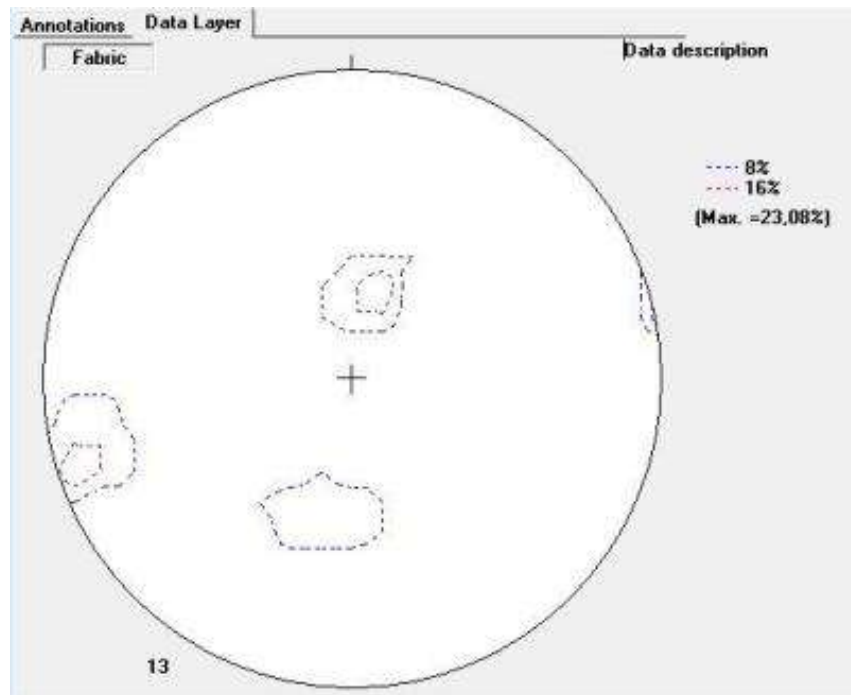


Fig. V.11. Diagrama de densidade dos pólos das falhas.

Apesar do número de medições ser reduzido as falhas parecem distribuir-se por 3 famílias:

- Há um conjunto com direcção próxima de E-W, com inclinações suaves para Sul no qual se inclui a falha representada na Fig. V.5;
- Há outro conjunto com direcção semelhante mas inclinado para Norte que pode corresponder a falhas inversas conjugadas das anteriores;
- Há ainda algumas falhas mais próximas de N-S e mais verticalizadas que poderão corresponder a desligamentos.

A Formação de Suai, tal como as aluviões, é muito recente e apresenta-se praticamente indeformada, estando quase horizontal. Há uma tendência para estar ligeiramente inclinada para o quadrante Norte mas essa inclinação é, em parte primária uma vez que se tratam de sedimentos marinhos e que o mar se situa a Norte (Figs. V.12. e V.13.).

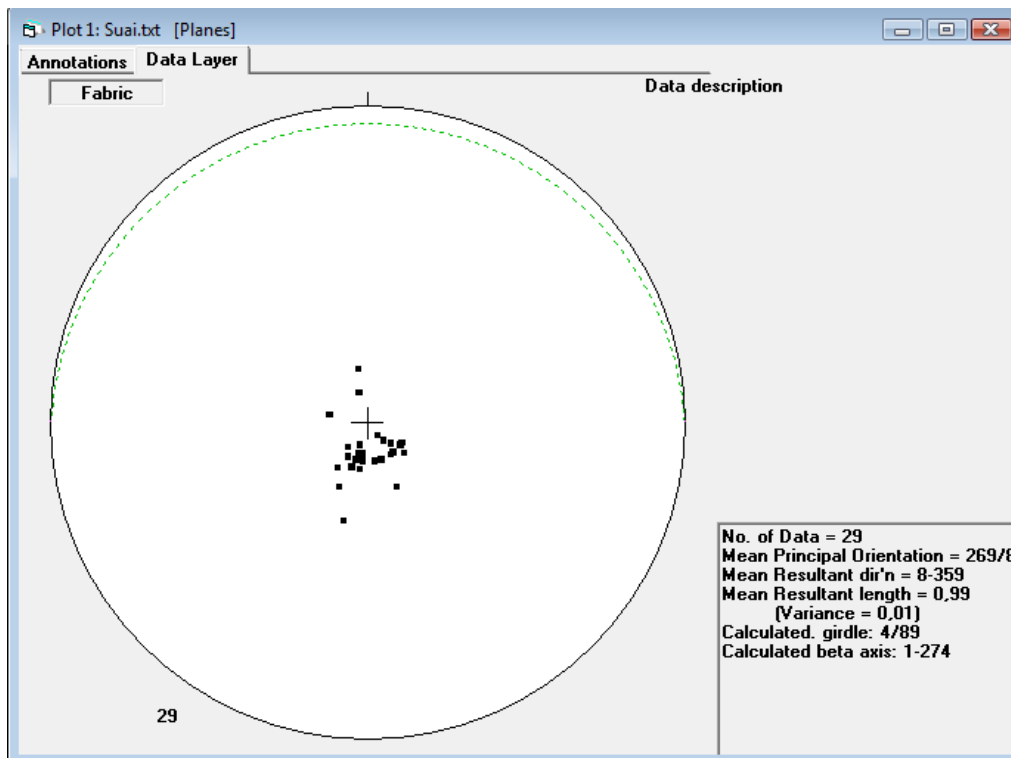


Fig. V.12. Projecção estereográfica dos pólos da estratificação medidos na Formação Suai.

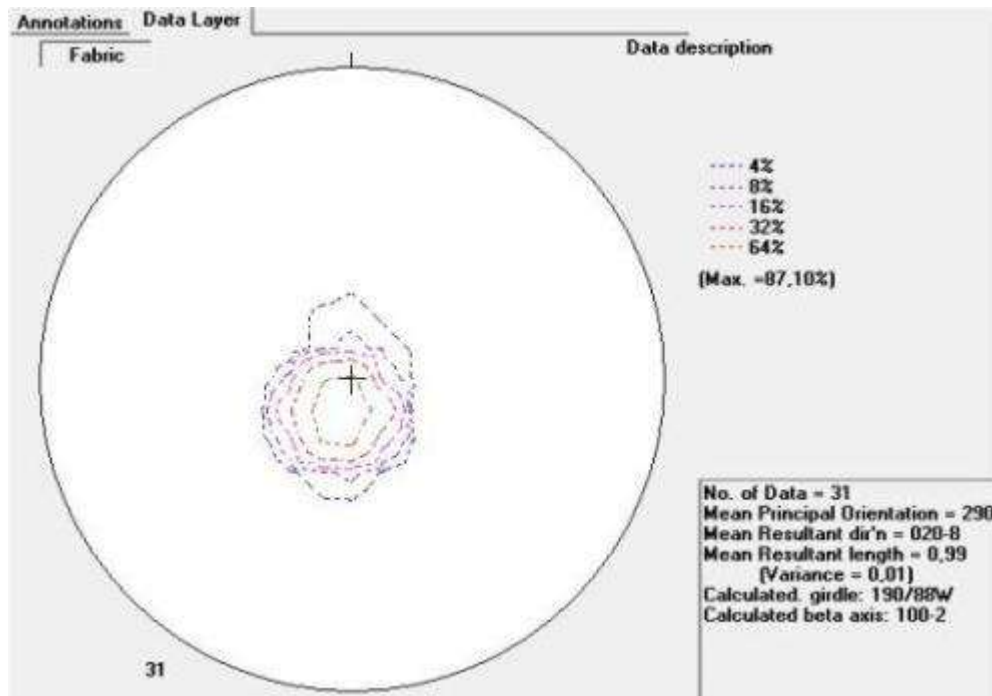


Fig.V.13. Diagrama de densidade dos pólos da estratificação medidos na Formação Suai.

VI. PETROGRAFIA

VI.1. Introdução

A análise petrográfica foi feita recorrendo a um microscópio petrográfico com luz transmitida. Nos estudos que efectuamos depois de seleccionadas as amostras recolhidas no campo, foram efectuadas lâminas delgadas no Laboratório de Geologia do SERN e estudadas num microscópio da marca Nikon, modelo Eclipse 200, com câmara digital acoplada.

As observações foram efectuadas quer em nicois paralelos quer em nicois cruzados.

Neste trabalho pudemos analisar petrograficamente 5 amostras uma para cada unidade geológica estudada, isto é: Unidades dos Calcário, Unidade Wailuli Inferior, unidade Wailuli Médio e Unidade Wailuli Superior.

Para caracterizar os calcários ou as rochas carbonatadas em geral utilizamos a classificação de Folk (1962), Figuras 6.1. e 6.2..

Principal allochems in limestone	Limestone types			
	cemented by sparite		with a micritic matrix	
skeletal grains (bioclasts)	biosparite		biomicrite	
ooids	oosparite		oomicrite	
peloids	pelsparite		pelmicrite	
intraclasts	intrasparite		intramicrite	
limestone formed in situ	biolithite		fenestral limestone -dismicrite	

Fig.VI.1. Classificação das rochas carbonatadas proposta por Folk (1962)

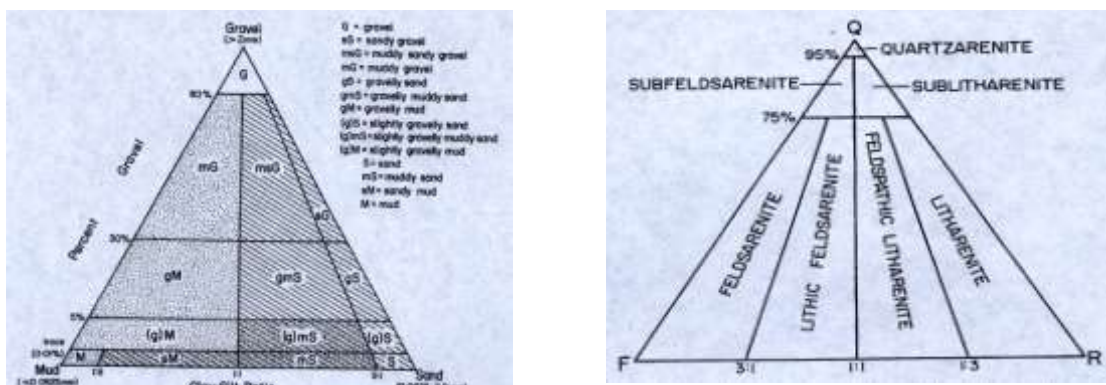


Fig. VI.2. Classificação das rochas siliciclásticas proposta por Folk (1962).

VI.2. Unidade dos Calcários

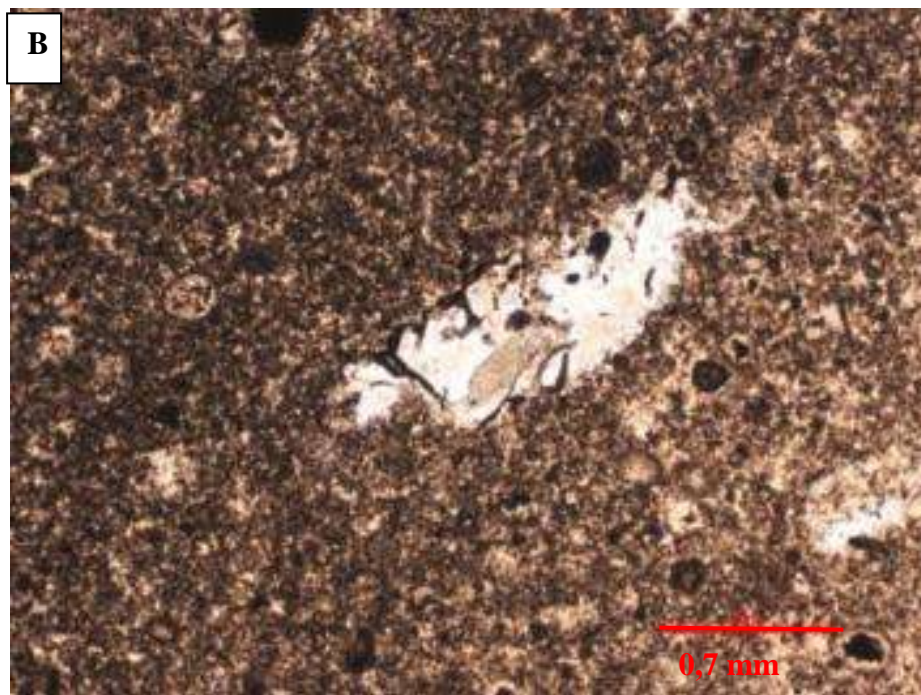
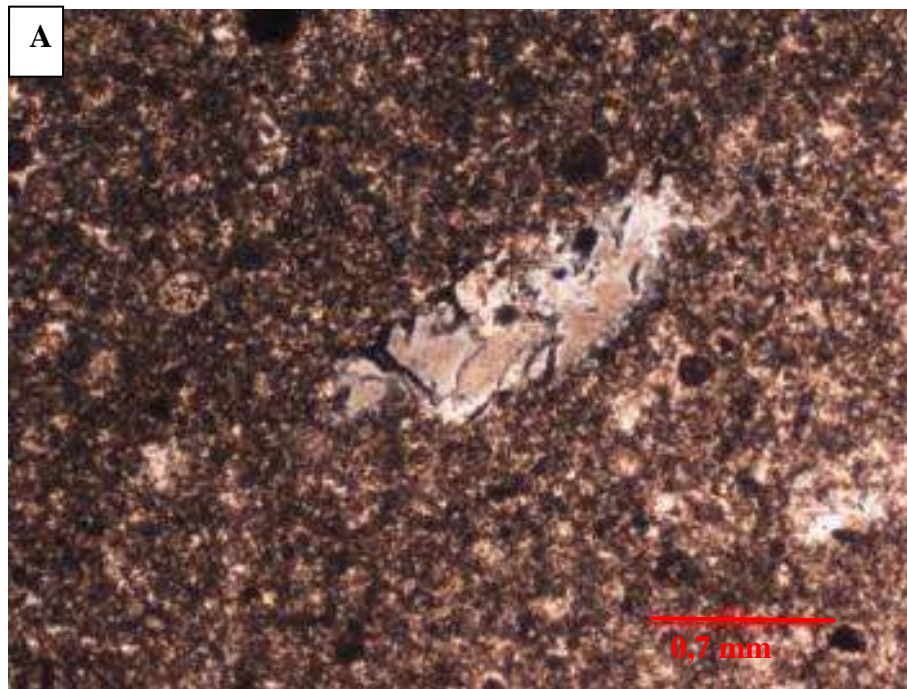


Fig.VI.3. A). Amostra na Unidade de Calcários (AQ1 WP445 A, Calcários, tem pisólitos e cimento de micrite. (Nicóis Cruzados). B) idem (Nicóis paralelos).

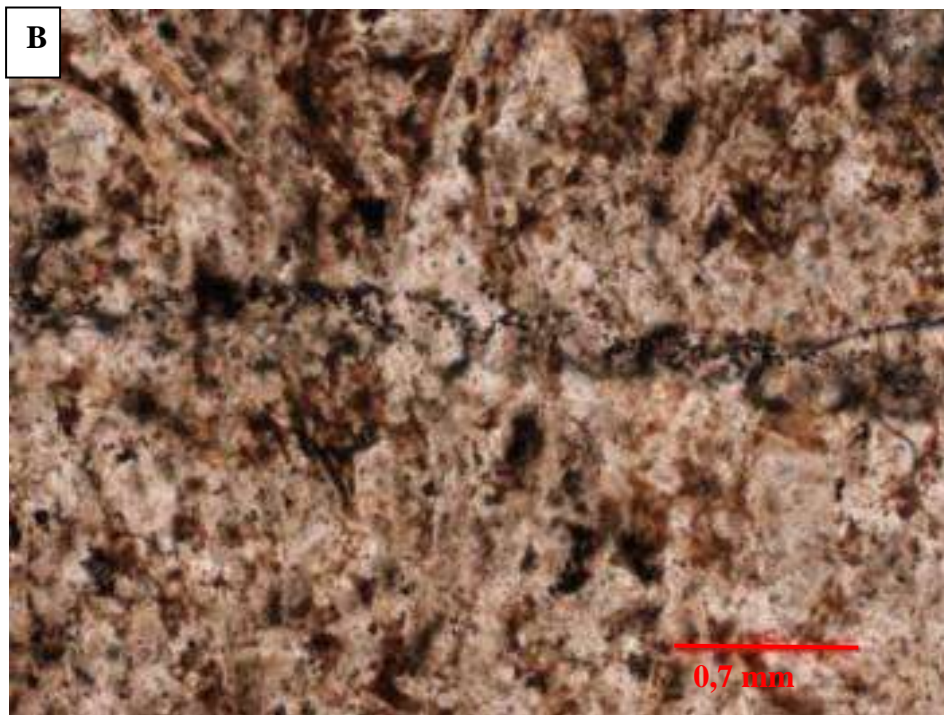
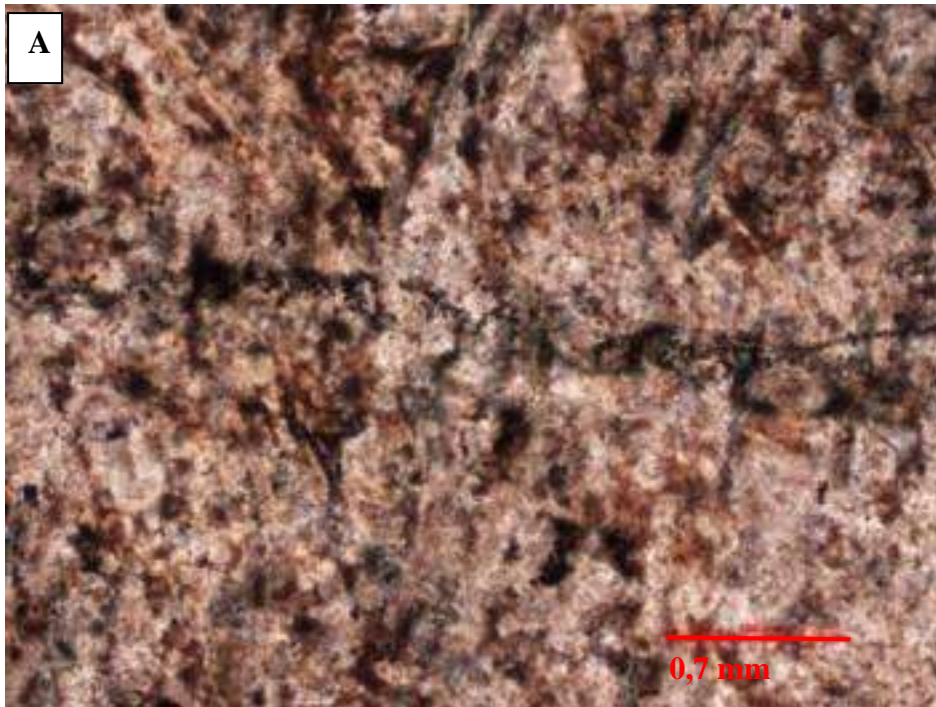


Fig.VI.4. A). Amostra na Unidade de Calcários (AQ1 WP445 B) Sílex em Nicóis cruzados. B) idem (Nicóis paralelos).

VI.3. Unidade Wailuli Inferior

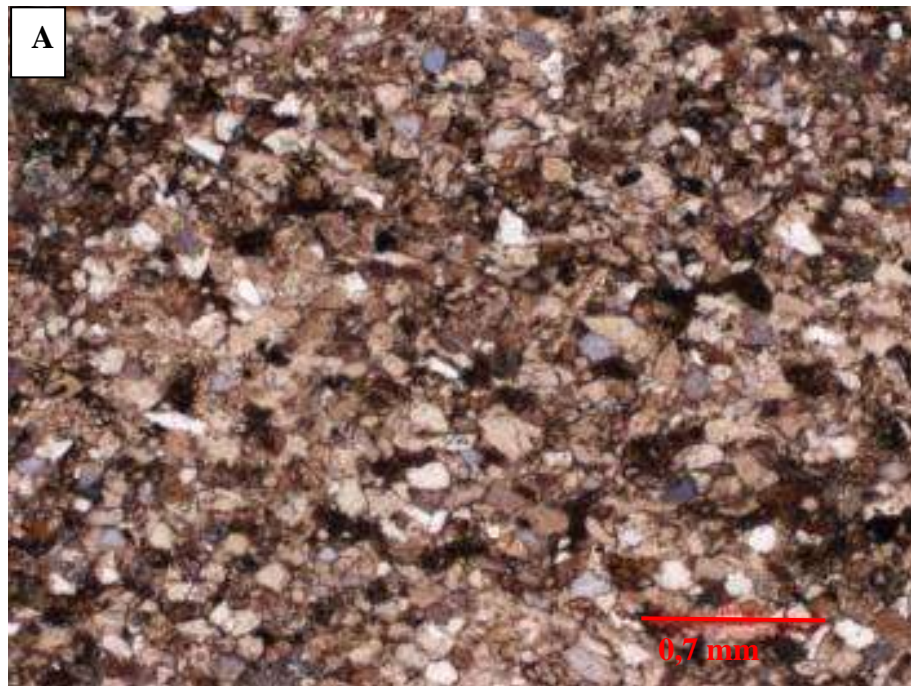


Fig.VI.5. A). Amostra na Unidade Wailuli Inferior (AQ1 WP41 B) Calcarenitos com quartzo (Nicóis cruzados). B) Idem (Nicóis paralelos)

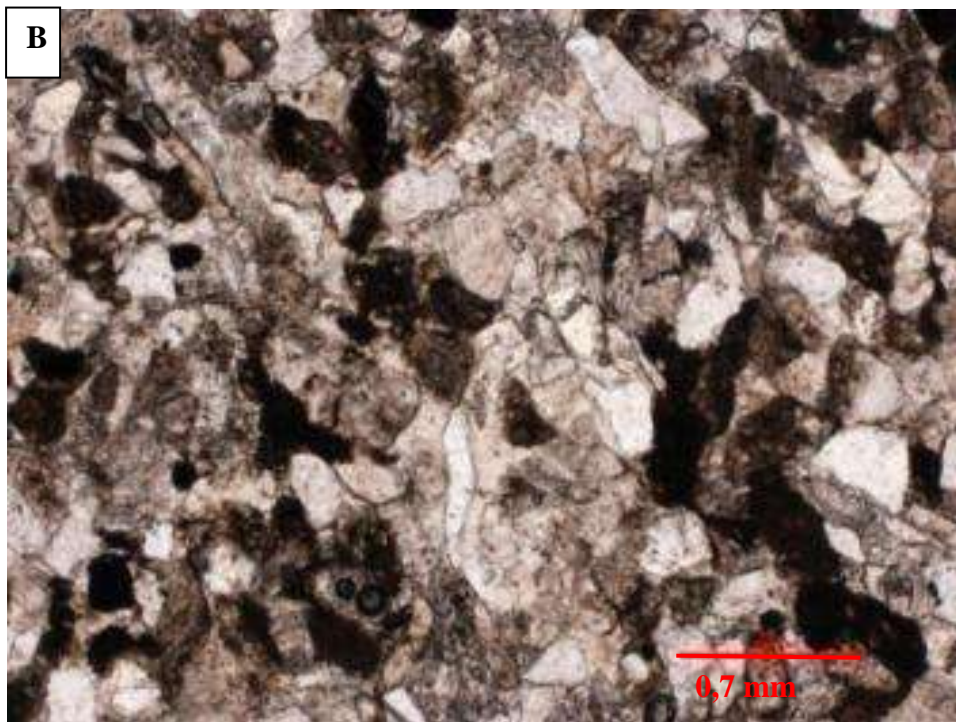
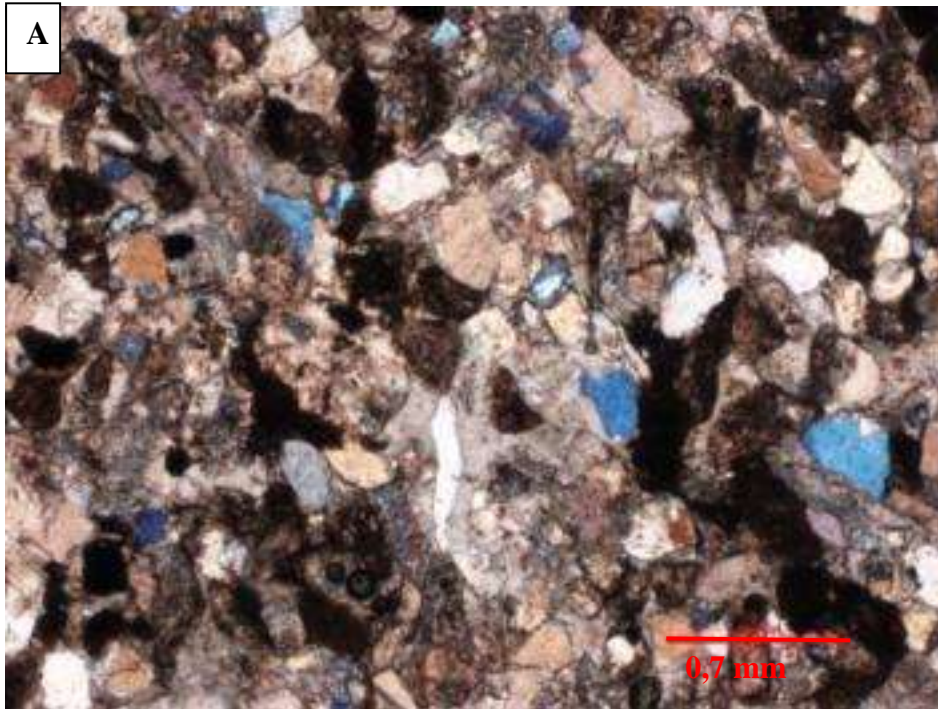


Fig.VI.6. A) Amostra na Unidade Wailuli Médio (AQ2 WP201) Biocalcarenitos impuros, com quartzo (Nicóis cruzados). B) idem (Nicóis paralelos)

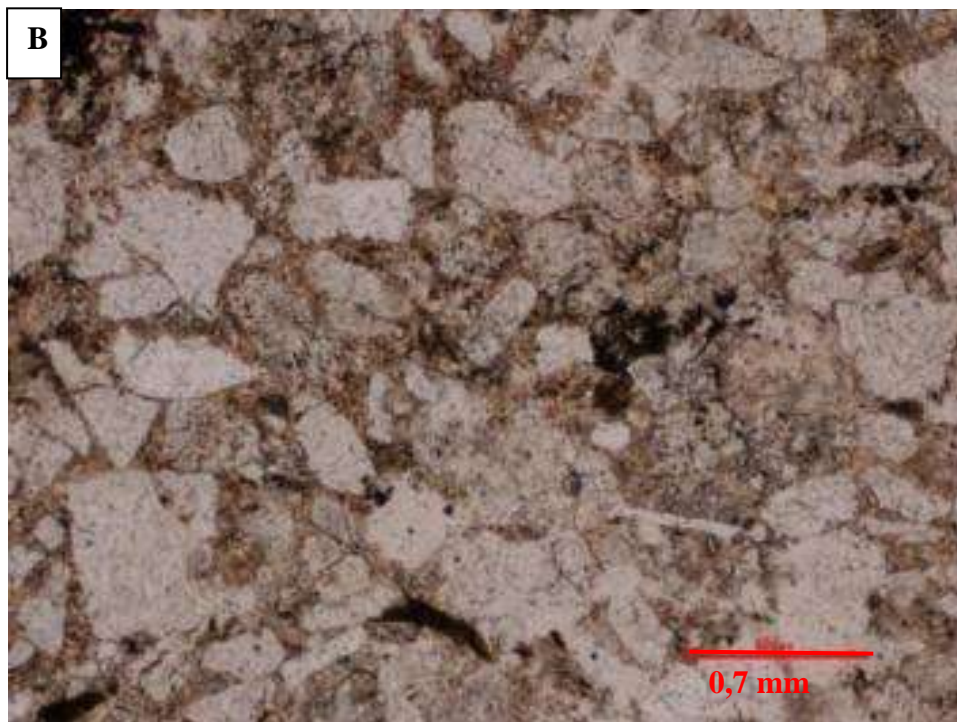
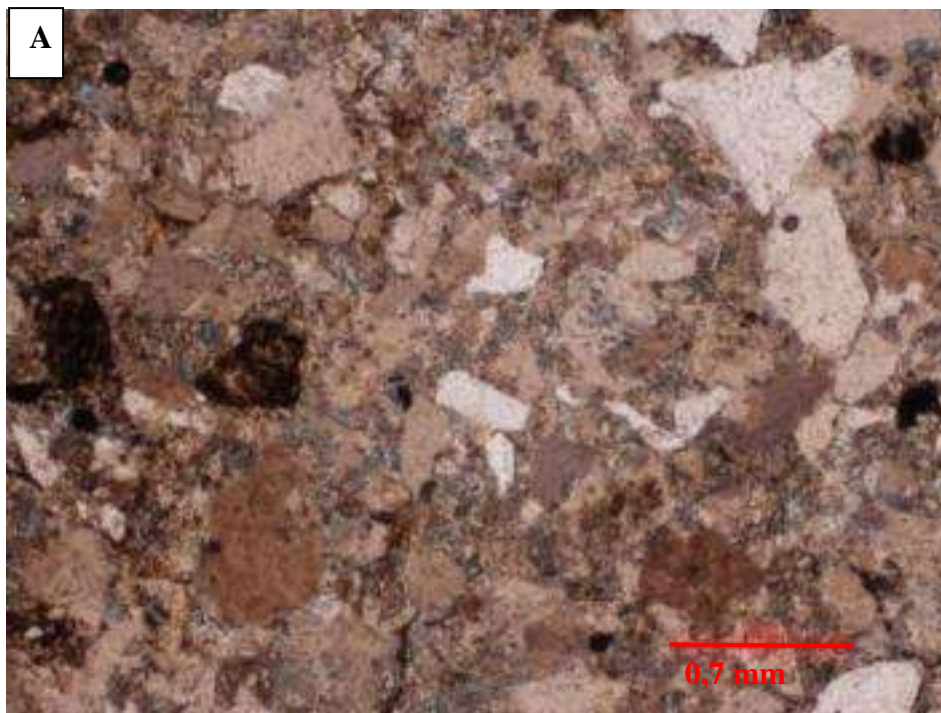


Fig.VI.7. A). Amostra na Unidade Wailuli Superior (AQ3 WP202A) Níveis de microconglomerados com grão sub-arredondados (Nicóis cruzados). B) Idem (Nicóis paralelos)

VII. GEOQUÍMICA E ESTUDOS DE HIDROCARBONETOS

VII.1. Introdução

Segundo Audley-Charles, (1968), o Petróleo e o Gás natural de Timor-Leste tem origem nas rochas de idade Mesozóico da sequência parautoctone, nomeadamente nas Formações Aituto e Wailuli, podendo ainda ter origem em sedimentos do Terciário e Quaternário, mas devendo ser tido em conta que o gradiente geotérmico é mais baixo na sequencia mais recente (Reed *et al.* 1994).

As rochas geradoras no Triasico Superior até ao Triasico Inferior em Timor são arenitos com origem fluvial deltaíca, constituindo rochas geradoras muito boas.

Para estudos preliminares de geoquímica e estudos de hidrocarbonetos foram seleccionadas duas amostras correspondendo a argilitos negros.

Depois de moídas a uma granulometria abaixo de 100micra as rochas foram enviadas para analisar no laboratório Actlabs no Canada. O conjunto de estudos efectuados corresponde a análise Rock-Eval que fornece um conjunto de informações fundamentais para estudos de tipo e evolução de matéria orgânica.

Foi recolhida as duas amostras hidrocarbonetos na formação do Wailuli para analisar geoquímica

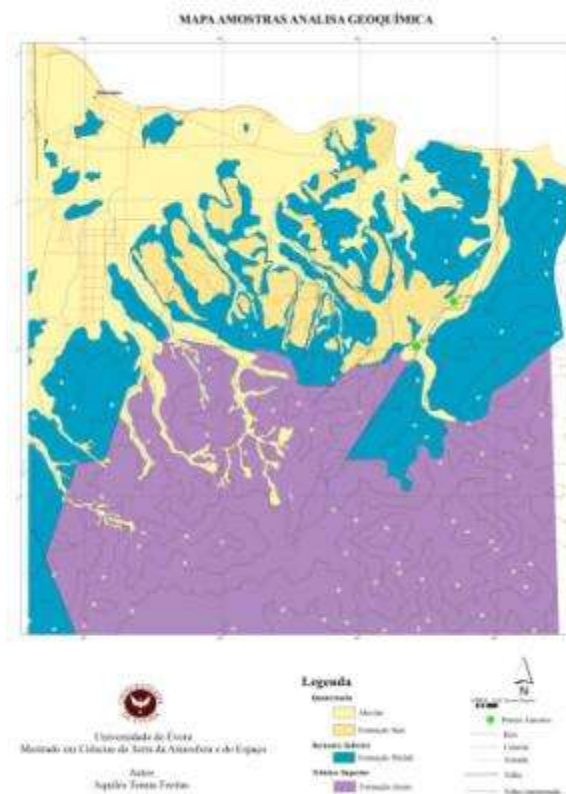


Fig.VII.1. O mapa amostras hidrocarbonetos

VII.2. Análise geoquímica das amostras

AQ2WP368

1. Qualidade do Querogénio

Neste amostra o querogénio é do tipo III (gas – prone)

2. Maturação da amostra

A temperatura máxima é 475⁰C, com índice de hidrogénio (HI) de 134. Por isso a amostra está na janela do gás seco (dry gás window) e está num estado Pós-madura.

AQ4WP49

1. Qualidade do Querogénio

Neste amostra o querogénio é tipo IV (inerte)

3. Maturação da amostra

A temperatura máxima de extracção é 547⁰C, com índice de hidrogénio (HI) de 219. Por isso a amostra está na janela do gás (dry gás window) e está num estado Pós-madura.

Tabela VII.1. Dados geoquímicos e de TOC das amostras estudadas na minha área de trabalho



TOTAL ORGANIC CARBON, PROGRAMMED PYROLYSIS DATA
ACTIVATION LABORATORIES LTD.

A11-11001

Client ID	Well Name	Sample Type	Sam ple	*	Leco TO	RE			Tmax (°C)	**	Ro,%	HI	OI	S2/S3	S1/TOC *100	PI	Notes		Lab ID
						S1	S2	S3									Checks	Pyrogram	
AQ2	A11-11001	Powder Rock	NOPR		0,25	0,01	0,33	0,52	475	**		134	211	0,6	4	0,03	TOC	f	3402168998
AQ4	A11-11001	Powder Rock	NOPR		0,10	0,01	0,21	0,22	547	**		219	229	1,0	11	0,05	TOC RE	f	3402169000

<p>Notes: "-1" - not measured or invalid value for Tmax TOC - Total Organic Carbon, wt. % S1 - volatile hydrocarbon (HC) content, mg HC/ g rock S2 - remaining HC generative potential, mg HC/ g rock S3 - carbon dioxide content, mg CO₂ / g rock</p>	<p>* - comments regarding contamination ** - low S2, Tmax is unreliable Meas. %Ro - measured vitrinite reflectance HI - Hydrogen index = S2 x 100 / TOC, mg HC/ g TOC OI - Oxygen Index = S3 x 100 / TOC, mg CO₂ / g TOC PI - Production Index = S1 / (S1+S2)</p>	<p>Pyrogram: f - flat S2 peak n - normal ltS2sh - low temperature S2 shoulder htS2sh - high temperature S2 shoulder ltS2p - low temperature S2 peak htS2p - high temperature S2 peak</p>	<p>LECO - TOC on Leco Instrument RE - Programmed pyrolysis or TOC on Rock-Eval instrument SRA - Programmed pyrolysis by SRA Instrument EXT - Extracted Rock NOPR - Normal Preparation</p>
---	---	---	---

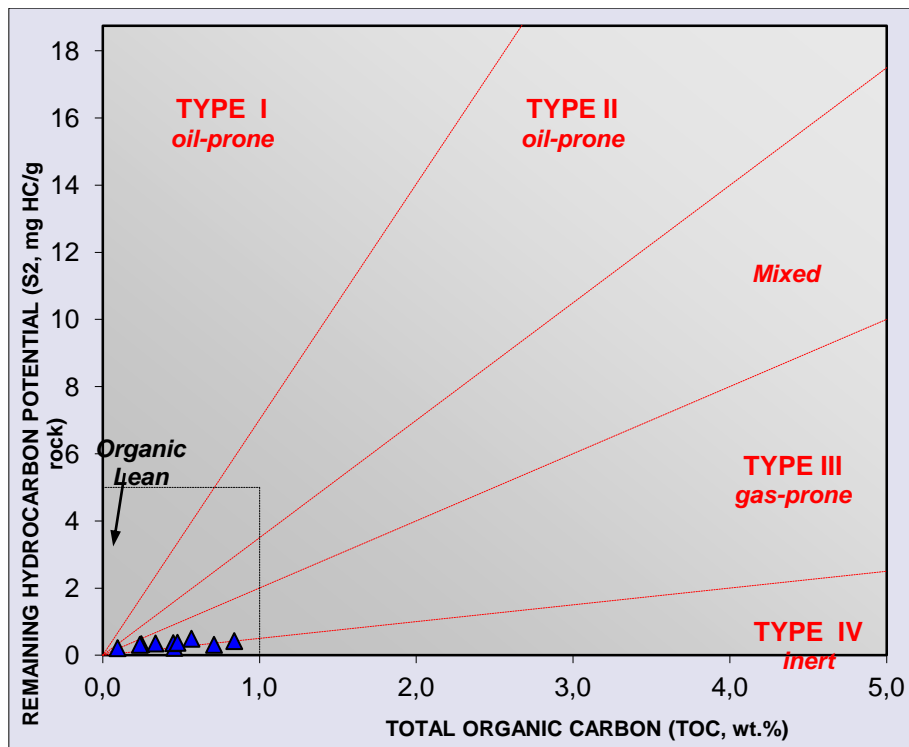
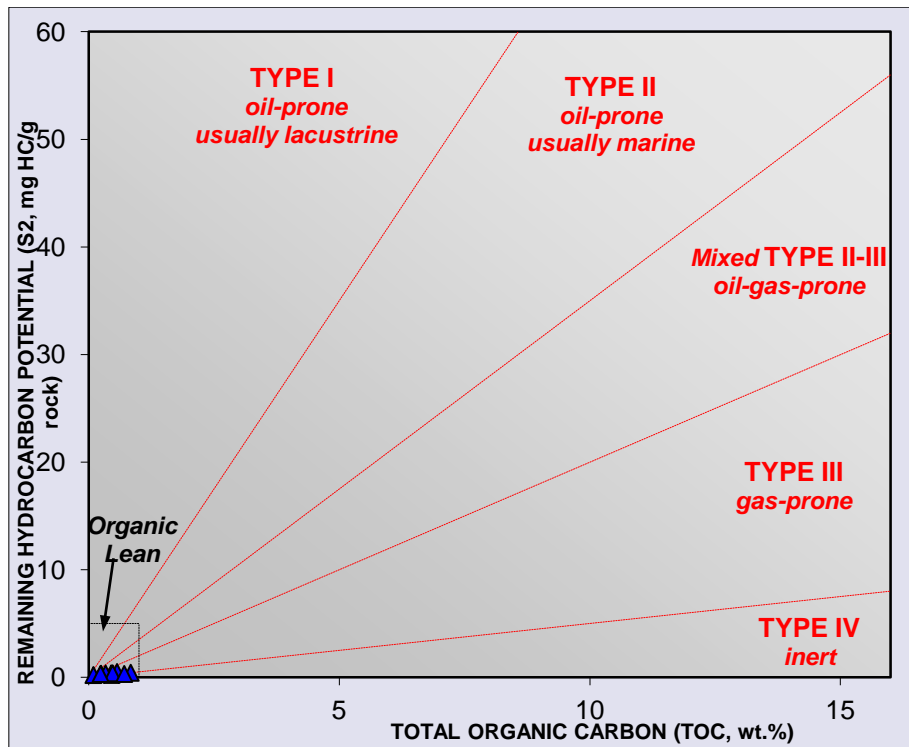


Fig. VII.2. Gráfico para analisar TOC (Total Organic Carbon).

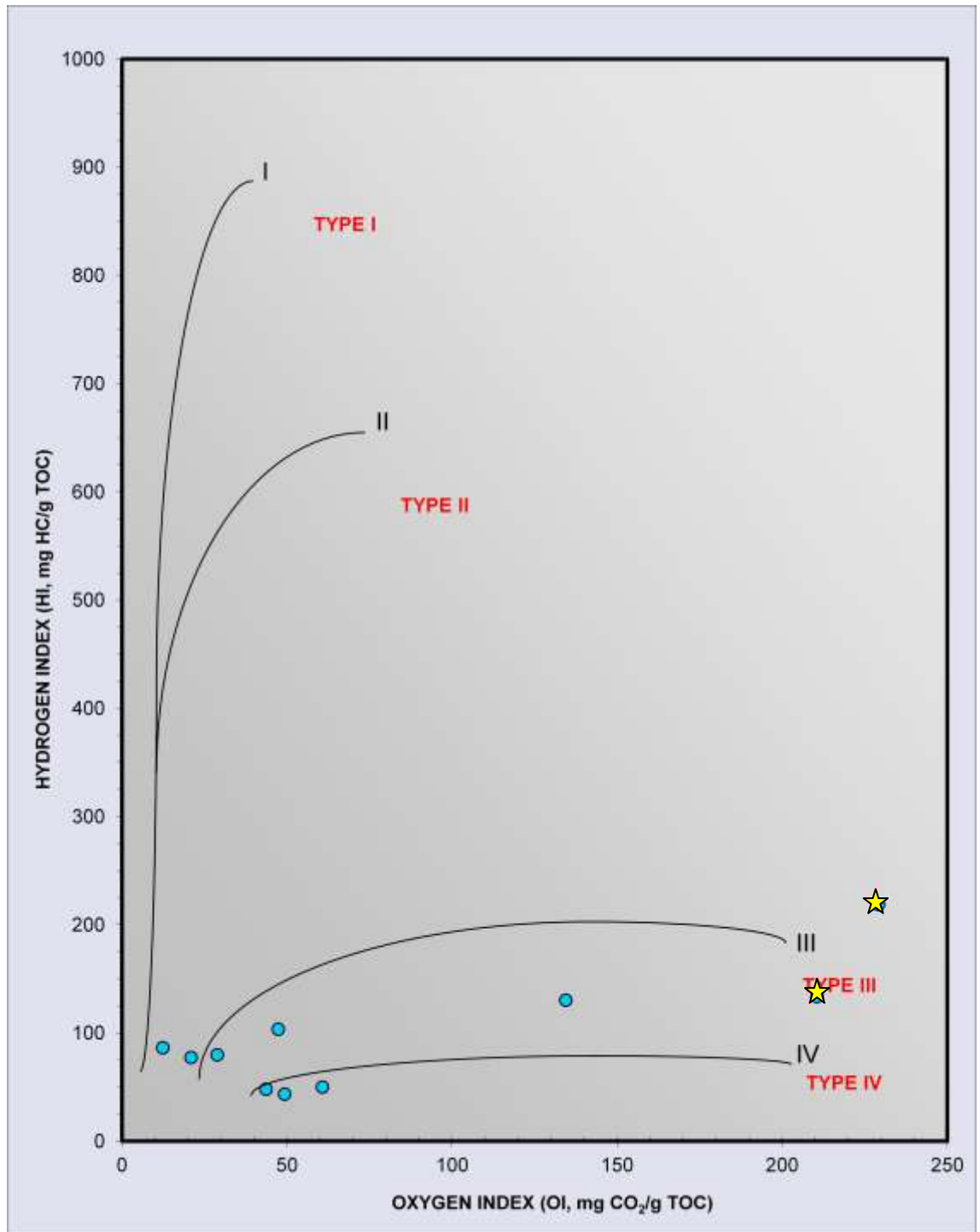


Fig. VII.3. Análise do tipo de querogénio. As estrelas representam os dados do meu trabalho.

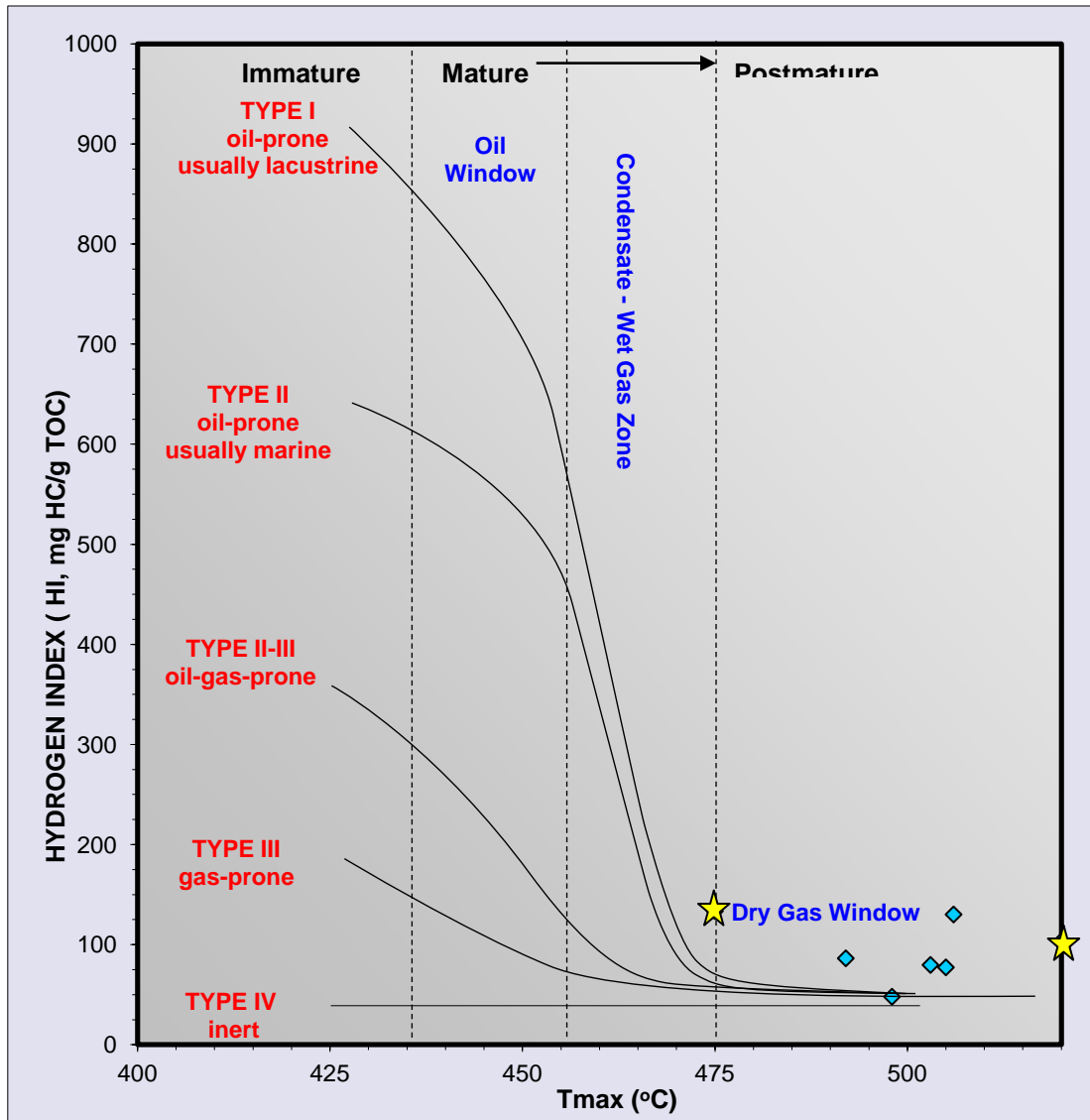


Fig. VII.4. Análise do tipo querogénio com maturidade As estrelas representam os dados do meu trabalho.

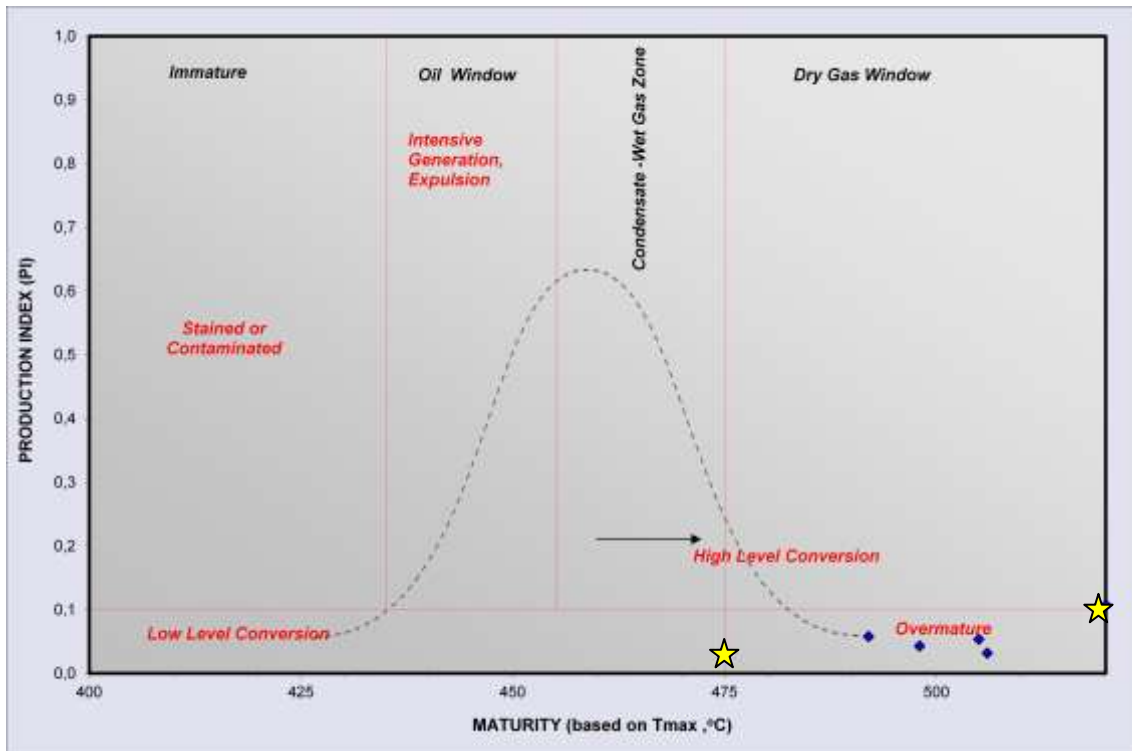


Fig.VII.5. Comparação da maturidade com o tipo de querogénio. As estrelas representam os dados do meu trabalho.

VIII. CONCLUSÕES

- Este trabalho permitiu efectuar um levantamento detalhado da estratigrafia e paleontologia com coluna estratigrafia também para analisar o resultados obtidos á luz da cartografia de recursos minerais sobretudo da génese da hidrocarbonetos.
- Na Geografia de Manatuto, a topografia é bem marcada por montanhas, com pouca área na zona baixa da costa norte e um pouco mais abundante na zona sul. Em Timor da cordilheira central derivam as duas principais encostas norte e sul, com declive acidentado, com as mais variadas paisagens orográficas, até às zonas planas da beira-mar.
- Com a deposição do Jurássico médio, a plataforma australiana foi dividida em blocos por falhas produzindo estruturas *horst* e *graben* acompanhado por vulcanismo. Esse evento tectónico associado com separação do bloco de continente da plataforma do norte da Austrália coincide com modelo de break-up descrito por Falvey (1975). O arco está separado da plataforma continental Australiana a Noroeste por uma fossa de 3 km profundidade (*Timor trough*). Esta particularidade topográfica segue a *tendência* de descontinuidades dos arcos associados às depressões das ilhas de Aru e Seram. O arco de Banda é constituído por Arco Interno com Arco Externo, Timor é parte do Arco Externo.
- A *região estudada* tem quatro formações geológicas, são formação do Aituto, Wailuli e Suai, mas as duas formações geológicas que importante no meu trabalho é serie de Triásico e Jurássico são formação Aituto com Wailuli.
- As unidades litológicas na área do trabalho, são calcários (formação do Aituto), Wailuli básico, médio e topo (formação Wailuli), conglomerado (formação Suai) e aluvião.
- A estrutura na área do trabalho é caracterizada pela presença de duas fases de deformação, a primeira deu origem a dobras na área do trabalho, nestas dobras podemos saber o movimento do vergência. Na formação do Wailuli também se observam falhas e dobramentos. A Segunda fase de deformação deu origem a falhas que cortam as dobras. Há também estruturas sedimentares, são figuras das cargas, figuras docorente. As estruturas sedimentares do tipo figuras de corrente surgem no topo de Wailuli por causa da ondulação da água..

- Os calcários têm fósseis de halobia e na formação do Wailuli vimos amonoides e também tem outros fósseis.

Referencias

- Audley-Charles, M.G. 1968. The geology of Portuguese Timor. Memoir of Geological Society of London, 4.
- Audley-Charles e Barber, 1976. Stratigraphical analysis of island-arc continental margin collision in Eastern Indo.
- Audley-Charles, 1990. Triassic Aituto Formation of Timor, Indonesia. University of London.
- Audley-Charles, 2011. Tectonic post-collision processes in Timor, Department of Earth Sciences, University College London, Gower Street, London WC 1 E 6 BT,UK.
- Audley-Charles, M.G. 1968. The geology of Portuguese Timor. *Mem. Geol. Soc. Lond.* **4**.
- Barber, 1981. Structure interpretation of the island Eastern Indonesia
- Benincassa, 2009 The Geology of Mount Mundo Perdido, Timor Leste.
- Berry, R.F., Grady, A.E., 1981. Deformation and metamorphism of the Aileu Formation, north coast, East Timor and its tectonic significance. *Journal of Structural Geology* **3**, 143–167.
- Bird, P.R., and Cook, S.E., 1991, Permo-Triassic successions of the Kekeno area, West Timor: Implications for palaeogeography and basin evolution. *Journal of Southeast Asian Earth Sciences*, **6**, 359-371.
- Bowin, C., Purdy, G.M., Johnston, C., Shor, G., Lawver, L., Hartono, H.M.S., Jezek, P., 1980. Arc-continent collision in Banda Sea region. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, **64**, 868–915.
- Branco, J. E. Castelo – Provencia de Timor. Informações relativas aos jazigo de petróleo e á agricultura, Lisboa, 1915.
- Breen, N. A., Silver, E.A., Roof, S. 1989. The Wetar Back Arc Thrust, Eastern Indonesia: The effect of accretion against an irregularly shaped arc. *Tectonics*, **8**, 85-98.
- Castro, A. Osorio de – A ilha verde e vermelha de Timor. Ed. da Agência-Geral do Ultramar. Lisboa, 1943.
- Carter, Audley-Charles e Barber (1976) Stratigraphical analysis of island arc-continental margin collision in eastern Indonesia
- Chamalaun, F.H., Lockwood, K., White, A., 1976. The Bouguer gravity field and crustal structure of eastern Timor. *Tectonophysics*, **30**, 241–259.
- Chamalaun, F.H. and Grady, A.E. 1978. The tectonic evolution of Timor: A new model and its implications for petroleum exploration. *APEA Journal*, **18**
- Chappell, J., Veeh, H.H., 1978. Late Quaternary tectonic movements and sea level changes at Timor and Atauro Island. *Geological Society of America Bulletin*, **89**, 356-368
- Charlton, 2009 et al. The Triassic of Timor: Lithostratigraphy, chronostratigraphy and palaeogeography
- Charlton, T.R., 2000. Tertiary evolution of the Eastern Indonesian Collision Complex. *Journal of Asian Earth Science*, **18**, 603-631.
- Charlton, T. 1989. Stratigraphic correlation across an arc-continent collision zone: Timor and the Australian Northwest Shelf. *Australian journal of Earth Sciences*.
- Charlton, T.R., Barber, A.J., McGowan, A.J., Nicoll, R.S., Roniewicz, E., Cook, S.E., Barkham, S.T. & Bird, P.R. 2009. The Triassic of Timor: Lithostratigraphy, chronostratigraphy and palaeogeography. *J. Asian Earth Sci.* **36**, 341-363.

- Charlton, T.R., Wall, D., 1994. New biostratigraphic results from the Kolbano area, southern West Timor: implications for the Mesozoic–Tertiary stratigraphy of Timor. *Journal of Southeast Asian Earth Sciences* 9, 113–122.
- Crostella, A. 1979. Geosynclines and Plate Tectonics in Banda Arcs, Eastern Indonesia.
- David W. Haig, 2010. Notes on fossil groups relevant to Timor Permian – Neogene stratigraphy.
- Elizabeth, Z. 2007. Origin and Tectonic Evolution of Gondwana Sequence Units Accreted to the Banda Arc: A Structural Transect Through Central East Timor
- Eujay McCartain, 2004. A reconstructed stratigraphic succession for the Gondwana Sequence of Timor Leste, forming the type area of Wailuli formation.
- Fitch, T.J. and Hamilton, W. 1974. Reply - to Audley-Charles and Milsom' comments. *Journal of Geophysical Research*, 79: 4982-4985.
- Fernando Augusto de Figueiredo, 2004. Timor, a presença Portuguesa (1769-1945), na Universidade do Porto, faculdade de Letras.
- Firmino António Soares, 1957. Estudos, ensaios e documentos XXXIV, o clima e o solo de Timor, suas relações com agricultura, em Lisboa.
- Gianni, L., 1971, The geology of the Belu district of Indonesian Timor. Unpublished MPhil. Thesis, University of London, 122 pp.
- Gillian Hamson, 2004. The tectonic evolution of East Timor and the Banda Arc. University of Melbourne, Australia.
- Grady, A.E. 1975. A reinvestigation of thrusting in Portuguese Timor. *Journal of Geological Society of Australia*,
- Hall, R., 2002. Cenozoic geological and plate tectonic evolution of Southeast Asia and the southwest Pacific: computer-based reconstructions, models and animations. *Journal of Asian Earth Sciences*, 20, 353-431.
- Hamilton, W. 1977. Subduction in the Indonesian Region. *Island Arcs, Deep Sea Trenches and Back-Arc Basins*. In M. Talwani, & W.C. Pitman, (Eds.), American Geophysical Union: Washington, D.C.
- Hamilton, W. 1979. Tectonics of the Indonesian Region. *U.S. Geol. Surv. Prof. Pap.* 1078.
- Harris, R.A., 1996, Hinterland structure of the active Banda arc-continent collision, Indonesia: constraints from the Aileu Complex of East Timor. *Proc. 25th Conv. Indonesian Association of Geology*, p. 144-173.
- Harris, R.A., Sawyer, R.K. & Audley-Charles, M.G. 1998. Collisional melange development: geologic associations of active melange-formation processes with exhumed melange facies in the western Banda orogen, Indonesia. *Tectonics* 17, 458-479.
- Harris, R.A., Kaiser, J., Hurford, A., Carter, A., 2000. Thermal history of Australian passive margin cover sequences accreted to Timor during Late Neogene arc-continent collision, Indonesia. *Journal of Asian Earth Sciences*, 18, 47-69. 25
- Harris, R.A. 1991. Temporal distribution of strain in the active Banda orogen: a reconciliation of rival hypotheses. *Journal of Southeast Asian Earth Sciences*, 6, 373-386.
- Johnston, C.R., Bowin, C.O., 1981. Crustal reactions resulting from the mid-Pliocene to Recent continent-island arc collision in the Timor region. *Journal of Australian Geology and Geophysics*, 6, 223-243.
- Leme, J. 1968. Breve Ensaio Sobre a Geologia da Provincia de Timor.
- Katili, J.A. 1978. Past and present Geotectonic position of Sulawesi, Indonesia

- Keep, M., Moss, S. J., 2000. Basement reactivation and control of Neogene structures in the Outer Browse Basin, North West Shelf. *Exploration Geophysics*, **31**, 424-432.
- Keep, M., Longley, I., Jones, R. 2003. Sumba and its effect on Australia's northwestern margin. In R.R. Hillis & R.D. Muller (Eds.), *Evolution and Dynamics of the Australian Plate*, Geological Society of Australia Special Publication **22** and Geological Society of America Special Paper **372**, 309-318.
- Keji Nakazawa and Yuji Bando – Lower and Middle Triassic Amonites From Portuguese-Timor. 1968.
- Laranjeira.P.2010. Sistema de Informação Geografica para Timor, .
- Lencastre J.G.- Climatologia e Nosologia de Timor, Boletim da Agência-Geral das colónias .Lisboa, 1931
- McCaffrey, R., 1988. Active tectonics of the eastern Sunda and Banda arcs. *Journal of Geophysical Research*, **93**, 15163–15182.
- Monteiro, F. da Costa, 2003. *Late Triassic strata from East Timor: stratigraphy, sedimentology and hydrocarbon potential*. M.Sc. thesis, Auckland University.
- Norvick, M. S., 1979. The tectonic history of the Banda Arcs, eastern Indonesia: a review. *Journal of the Geological Society of London*, **136**, 519-527.
- Nunez, M. (2001) - ‘The natural resources of East Timor: A physical, geographical and ecological review’, in Anderson, R. and Deutsch, C. (eds), *Conference on Sustainable Development and the Environment in East Timor*, January 25-31, Timor Aid, Dili: pp. 29-30
- Phillips, D. L. (2000) *Social and Economic Conditions in East Timor* in Pederson, J. and Arnerberg, M. (ed.). International Conflict Resolution Program, School of International Affairs Columbia University, New York. Fafo Institute of Applied Social Science Oslo, Norway. (Consultado em 08 de Abril de 2010) em (<http://www.fafo.no/pub/rapp/929/easttimor.PDF>).
- Reed, T.A., de Smet, M.E.M., Harahap, B.H. & Sjpawi, A. 1996. Structural and depositional history of East Timor. *Proc. Indon. Petrol. Assoc.* **25**, 297-312.
- 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.
- Robert Etheridge, Jun, F.G.S. 1878. A catalogue of Australian Fossils, at the University Press, London Cambridge Warehouse, 17, Paternoster Row.
- Ron Harris, 2006. Rise and fall of the Eastern Great Indonesia arc recorded by the assembly dispersion and accretion of the Banda Terrane, Timor.
- Sá, A. (1963) – Timor. Junta de Investigação Ultramarina. (Disponível em: www.gov.east-timor.org, na collection East Timor Agriculture Network and Virtual Library ; Documento : TA005.)
- Villeneuve, M., Cornée, J., Harsolumakso, A., Martini, R. & Zaninetti, L., 2005. Révision stratigraphique de l’Ile de Timor (Indonésie orientale). *Eclogae Geol. Helv.* **98**, 297–310.