



UNIVERSIDADE DE COIMBRA
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

Departamento de Ciências da Terra

Recursos para aulas de campo à Serra da Leba, Angola
Os Exemplos da Fenda da Tundavala e da Estrada da Leba

Constantino Calei Ussombo

Mestrado em Geociências
(Especialidade em ambiente e ordenamento do Território)

Orientadores

Professor Doutor Fernando Carlos Lopes, FCTUC
Professora Doutora Celeste Romualdo Gomes, FCTUC

JANEIRO, 2014



UNIVERSIDADE DE COIMBRA
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
Departamento de Ciências da Terra

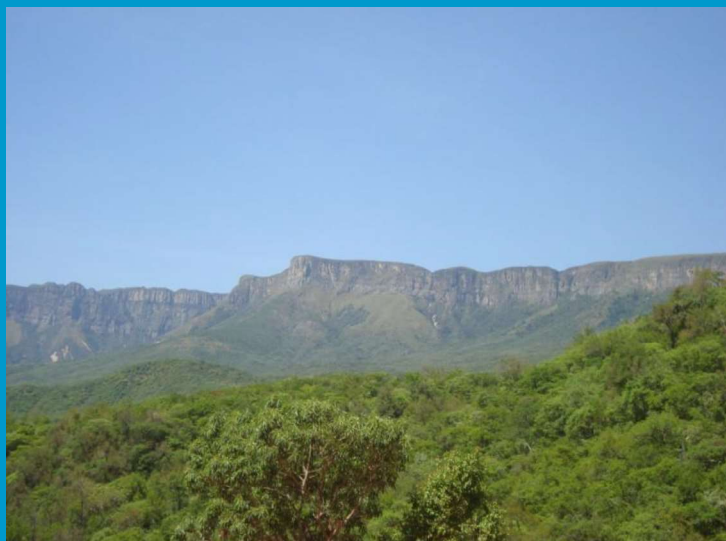
Recursos para aulas de campo à Serra da Leba, Angola

Os Exemplos da Fenda da Tundavala e da Estrada da Leba

Constantino Calei Ussombo

MESTRADO EM GEOCIÊNCIAS – RAMO AMBIENTE E ORDENAMENTO

Janeiro, 2014



Índice Geral	Pag.
Dedicatória	i
Agradecimentos	ii
Resumo	lii
Abstract	iv
Introdução	1
1. Enquadramento teórico	4
1.1. Localização Geográfica	4
1.1.1. Acessibilidade aos sectores estudados	4
1.2. Enquadramento Geomorfológico e Geológico	6
1.2.1. Geomorfologia	6
1.2.2. Geologia	8
1.3. Metodologia	10
1.3.1. Trabalho de campo	10
1.3.2. Trabalho de gabinete: modelos de atividades de exterior	12
2. Aula de Campo	13
2.1. Trajeto da Tundavala	13
2.2. Trajeto da Estrada da Leba	31
3. Construção de Recursos para uma aula de campo	52
3.1. Fichas de trabalho	53
Caderno de campo para o trajeto da Tundavala	54
Caderno de campo para o trajeto da Estrada da Leba	67
Conclusões	82
Referências bibliográficas	84
Anexo	

Índice de figuras

Pag.

Figura 1 - Localização geográfica da Província da Huíla (imagem cedida por Herve, 2013).	4
Figura 2 . Localização geográfica da cidade do Lubango (imagem cedida por Herve, 2013)	5
Figura 3 - Localização do Município da Humpata na Província da Huíla, direção a Serra da Leba (imagem cedida por Herve, 2013).	6
Figura 4 - A imponente escarpa do bordo ocidental do Planalto da Humpata	7
Figura. 5 - Estrato da folha 3 da carta geológica de Angola à escala 1:1000000 (Matias, 1980), com a localização geográfica do bordo ocidental do planalto da Huíla (contorno a branco) e as diferentes litologias que o constituem ao longo dos seus setores setentrional (Tchongoroy), central (Humpata-Serra da Leba) e meridional (Oncôcoa). 1. Granitos porfiroblásticos eburneanos; 2. Granitos biotíticos, granodioritos e dioritos eburneanos; 3. Granitos e gneisses eburneanos; 4. Grupo da Chela; 5. Formação da Leba; 6. Complexo Gabro-anortosítico, limpopo-liberiano; 7. Granitos Vermelhos do Sudoeste, kibarianos; 8. Noritos e Doleritos, pan-africanos; 9. Dioritos e Granodioritos do Sudoeste, limpopo-liberianos. Unidades geomorfológicas: I. Planalto Antigo; II. Cadeia Marginal de Montanhas; III. Zona de Transição (adaptado de Lopes <i>et al.</i> , 2013)	9
Figura 6 – Trajeto para a Fenda da Tundavala, com os locais de paragem assinalados a amarelo (TP1 a TP7) (mapa base extraído do Google Earth).	13
Figura 7 – afloramento de rocha granítica com caos de blocos esfereoidais, lembrando um castelo em ruínas. A) Representação pictórica; B) Escala e orientação da imagem	14
Figura 8 – Sistema de diáclases a afetar o topo do afloramento de rocha granitoide. A) Representação pictórica B) Modelo interpretativo	15
Figura 9 – Granitóide com esfoliação subhorizontal e diaclasamento subvertical de direcção N50°W. A) Representação pictórica; B) Modelo interpretativo da esfoliação; C) Modelo interpretativo do diaclasamento	15
Figura 10 - Falha translacional direita de direcção N50°W. A) Representação pictórica; b) Modelo interpretativo	16
Figura 11 – Barragem de terra da Tundavala e paisagem ao seu redor, talhada em granitoides e quartzitos. A) Representação pictórica; B)	17

Modelo interpretativo	
Figura 12 – Secção central do lago da Barragem da Tundavala e paisagem ao seu redor, talhada em granitoides e quartzitos. A) Representação pictórica; B) Modelo interpretativo	17
Figura 13 – Extremidade norte do lago da Barragem da Tundavala e paisagem ao seu redor, talhada em granitoides e quartzitos. A) Representação pictórica; B) Modelo interpretativo	18
Figura 14 – Estação de captação e tratamento de água da Tundavala. A) Portão principal; B) Nascente.	19
Figura 15 – Entrada do Parque da Tundavala, na zona da “cidade em Ruínas”. A) Representação pictórica; B) Modelo interpretativo	20
Figura 16 – Zona da “cidade em Ruínas”. A) Representação pictórica; B) Modelo interpretativo	20
Figura 17 - afloramento de rocha quartzítica naturalmente esculpida na figura de um pássaro (Pássaro da Tundavala). A) Representação pictórica; B) Modelo interpretativo	21
Figura 18 - Pormenor do Pássaro da Tundavala. A) Representação pictórica; B) Modelo interpretativo	22
Figura 19 – Afloramento de quartzitos onde é visível estratificação entrecruzada. A) Representação pictórica; B) Modelo interpretativo	22
Figura 20 – Depressão no terreno, na cabeceira da Fenda da Tundavala, onde afloram quartzitos ferruginosos, com alteração esferoidal intensa ou como caos de blocos. A) Representação pictórica; B) Orientação da estrutura	23
Figura 21 - quartzitos ferruginosos com alteração esferoidal intensa, no interior da depressão visível na Figura 20. A) Representação pictórica; B) Orientação da estrutura.	24
Figura 22 – Afloramento de quartzitos com sistemas de diáclases N50°W, N10°W e N60°E. A) Representação pictórica; B) Modelo interpretativo	24
Figura 23 – Clastos de granito e de quartzo leitoso num quartzito. A tampa azul da caneta indica o Norte	25
Figura 24 – Blocos de quartzito com alteração esferoidal onde se distingue a superfície de estratificação. A) Representação pictórica; B) Modelo interpretativo	25
Figura 25 – Área do Miradouro da Fenda da Tundavala. A) Representação pictórica; B) Orientação da estrutura	26

Figura 26 - A Fenda da Tundavala. Ao longe, em baixo, avista-se a vila da Bibala. A diferença de cota entre o topo e a base da fenda é de cerca de 1000 m. A) Representação pictórica; B) Modelo interpretativo	27
Figura 27 – As cristas rochosas serpenteantes da Bibala. A) Representação pictórica; B) Modelo interpretativo.	28
Figura 28 – Escarpa da Serra da Leba, junto à Fenda da Tundavala. A) Representação pictórica; B) Modelo interpretativo	29
Figura 29 - Porção superior da parede norte da Fenda da Tundavala, marcada pela fracturação. A) Representação pictórica; B) Modelo interpretativo.	30
Figura 30 - A estrada da Leba. A) em construção, por volta de 1969-70; B) Já aberta à circulação automóvel, em 1972 (Fortuna, 2011).	32
Figura 31 - Trajeto da Estrada da Leba, com os locais de paragem assinalados a amarelo (LP1 a LP8) (mapa base extraído do Google Earth).	32
Figura 32 – afloramento de calcários margosos da Formação da Leba. A) Representação pictórica; B) Modelo interpretativo	33
Figura 33 – dobras nos calcários margosos da Formação da Leba. A) Representação pictórica; B) Modelo interpretativo	34
Figura 34 - antigo forno de cal	35
Figura 36 – Calcários com estromatólitos da Formação da Leba	36
Figura 37 (LP2-b) – Brecha calcária contendo fragmentos de estromatólito, afetada por carcificação.	36
Figura 38 A e B – Blocos de quartzito vermelho exibindo faces com marcas de ondulação “ripple marks”	37
Figura 39 – Estrada da Leba, vista do miradouro da Serra da Leba. A) Representação pictórica; B) Modelo interpretativo.	38
Figura 40 – Garganta do Rio Sondjo e as encostas abruptas do Miradouro da Leba, vistos do Miradouro. A) Representação pictórica; B) Modelo interpretativo	39
Figura 41 - Cascata da Serra da Leba, por onde se precipita o Rio Sondjo	40
Figura 42 – A peneplanície do Namibe, vista do Miradouro da Leba	40
Figura 43 - quartzitos dispostos em bancadas afetadas por deformação frágil-dúctil. A) Representação pictórica; B) Modelo interpretativo	43
Figura 44 – Pormenor da estrutura ilustrada na Figura 43. A) Representação pictórica; B) Modelo interpretativo	44
Figura 45 - Aspeto da encosta abrupta do Miradouro da Leba. A)	45

	Representação pictórica; B) Modelo interpretativo	
Figura 46 – O intenso diaclasamento das paredes abruptas do Miradouro da Leba. A) Representação pictórica; B) Modelo interpretativo		45
Figura 47- A instabilidade da escarpa do Miradouro da Leba. A) Representação pictórica; B) Modelo interpretativo		46
Figura 48– Filão de granito em diorito, cortado por falha inversa		46
Figura 49 – Enquadramento local do afloramento de granito intruído por filões de rocha básica		48
Figura 50 - afloramento de granito intruído por filões de rocha básica		48
Figura 51 – Granito intruído por vários filões de rocha básica (pormenor).		49
Figura 52 – Megacristais de ortóclase rósea		49
Figura 53 – Zona de cisalhamento dúctil com milonito. A) Representação pictórica; B) Modelo interpretativo		50
Figura 54 – Fenda de tração preenchida por calcite. A) Representação pictórica; B) Modelo interpretativo		50
Figura 55 – Plano de cisalhamento contendo estrias		51

DEDICATÓRIA

Aos meus Pais, Eurico Ussombo e Miriama Sipopi, que já descansam na paz do Senhor, pelos seus Ensinamentos e Conselhos

A minha Família, aos meus Amigos e Colegas

A minha Querida Esposa, Elisa Tchingolo, e nossos Filhos, pela paciência imensa e pelos seus sorrisos amorosos.

Aos meus Tutores e Professores

AGRADECIMENTOS

Ao Senhor meu Deus, dono da Vida, sabedoria e conhecimento, que me proporcionou a realização deste trabalho.

Em especial, aos meus tutores Professor Fernando Carlos Lopes e Professora Celeste Romualdo Gomes, pelo incansável empenho que manifestaram e pelos seus ensinamentos.

Aos Professores da Faculdade de Ciências e Tecnologia – U.Coimbra (Portugal), pelo acompanhamento durante o período de Formação.

Aos Professores e Funcionários do Instituto Superior Tundavala (Angola-Lubango) que prestaram o seu apoio na resolução de várias situações académicas.

Aos funcionários do Departamento de Ciências da Terra - (U.C), pela boa camaradagem

Ao Mestre João Hequele, pela paciência e disponibilidade nos trabalhos realizados para a recolha dos dados.

À direcção e Colegas da Escola Secundária da Arimba-Lubango - (Angola), pela compreensão na realização dos trabalhos realizados para a conclusão da formação.

À Dr. a Hervé Vela, pela paciência que teve na ajuda deste trabalho.

Carinhosamente, agradeço à minha Querida Família. Mesmo distante, deu o seu apoio e coragem na conclusão dos estudos.

A minha esposa, Elisa Tchingolo Manuel, e nossos filhos, Auxilio Boio M. Calei, Filipe Epuca M. Calei, Dulce Duva M. Calei, Abílio Manuel Barbosa Calei, Aurora Tchipoco M. Calei e Horácio Koti M. Calei que sempre sorriram com graça e esperança e, ainda, por me terem dado o tempo que seria para estarmos juntos.

RESUMO

O trabalho que ora se apresenta tem como o tema: **Recursos para aulas de campo á Serra da Leba, Angola os exemplo da Fenda da Tundavala e da Estrada da Leba.**

Neste trabalho iremos abordar certos conceitos relacionados com o tema e as suas funções principais.

O objetivo principal deste estudo é de construir recursos para as aulas de campo na região da Serra da Leba.

Tendo em consideração o valor que o ensino das ciências apresenta, o presente estudo em consonância com os planos didáticos, irá contribuir para sistematização e interpretação de ideias nas áreas afins.

As conclusões do estudo poderão estimular o interesse dos alunos para a suas respetivas formações profissionais.

Palavras chave: Construção de recursos didáticos, aula de campo, Serra da Leba, Angola

ABSTRACT

The presente work has a topic: Resources for field classes in Angola at Serra da Leba (eg. Fenda da Tundavala e da Estrada da Leba) In this work we addressing certain concepts related to the topic and its functionality in order to produce resouces for a field classes in Serra da Leba region. Taking into account the importance of teaching science, this work in accordance to the teaching plans, will contribute to the systematization and interpretation of information in these áreas. The findinds of this study will encourage the students to undertake their professional training.

Keywords: Prodution of didactic resources, field classes, Serra da Leba, Angola

Introdução

As aulas de campo, ou atividades de exterior (Marques, 2001), constituem estratégias importantes para o ensino de temas de Geologia, em todos os graus de ensino. Existem muitos modelos de atividades de exterior, podendo exigir uma maior preparação, por parte do professor, ou constituir pouco mais do que uma viagem ou um passeio.

Segundo o programa específico, serão identificados e caracterizados, nas regiões atrás referidas os processos implicados na alteração da superfície terrestre.

Objetivo

O objetivo principal deste estudo é construir recursos para uma aula de campo nas regiões da Fenda da Tundavala e da Estrada da Leba, localizadas na Serra da Leba, Angola.

Os objetivos específicos são salientar, de acordo com o programa de Geologia da 12ª classe, aspetos como 1) paisagens; 2) afloramentos; 3) litologias; 4) estruturas; e 5) recursos.

Estrutura do trabalho

A presente dissertação encontra-se estruturada da seguinte forma:

Na Introdução do trabalho, são apresentados os objetivos e a motivação.

No primeiro capítulo, apresenta-se o enquadramento teórico, a caracterização geomorfológica e geológica da região da Fenda da Tundavala e da Estrada da Leba, e a metodologia utilizada.

No segundo capítulo, apresentam-se os locais selecionados que, pelo interesse geológico e didático, se moldam a uma aula de campo para observação e análise dos aspetos geológicos e geomorfológicos. Também estão ilustrados os critérios que precederam à seleção e organização daqueles locais.

No terceiro capítulo, apresentam-se propostas de recursos para aula de campo.

Nas conclusões, apresenta-se a relevância do trabalho de campo no ensino das ciências geológicas e sugerem-se um conjunto de materiais didáticos.

Um conjunto de mini-posters ilustrando os aspetos mais relevantes dos trajetos escolhidos, são reunidos num anexo.

O grande processo de ensino e a aprendizagem é composto de duas fases ou partes: ensinar, que exprime uma atividade, e requer o maior cuidado para não haver direcionamento do educando de forma equivocada, e aprender, que envolve certo grau de realização de uma determinada tarefa com êxito (Santos, 2003).

Os critérios usados neste estudo sustentam o valor de uma aula fora de sala, onde o aluno pode observar os processos naturais que atuam sobre a superfície terrestre, sua origem e as suas consequências, e a relação existente entre eles. A atividade do campo permite ao aluno retirar as conclusões objetivas, mediante a vinculação da teoria com a prática, baseando-se na observação direta dos registos e dos processos que se desenrolam no meio natural. As atividades de campo desenvolvem no educando competências de trabalho, vincula o escolar com a realidade objetiva e contribui na formação da conceção científica do mundo virtual.

O anseio de saber e a curiosidade que se sente durante uma aula de campo, quando se vai a um lugar nunca antes visitado, e quando este já se havia examinado com antecedência, estimula emocionalmente e propicia condições para a nova aprendizagem.

Desta forma, a aula de campo aumenta a motivação dos alunos por saber como se formam os registos ou ocorrem os processos que ocorrem ao seu redor, pois cria as condições propícias, desde os primeiros níveis de ensino, para que a observação e a investigação científica se convertam numa ferramenta de pensamento profissional.

O trabalho de campo constitui-se como estratégia fundamental para esta leitura, por meio da qual se desvenda o entorno e se estabelece a mediação entre o registo, o conhecimento já sistematizado e informado e o seu significado, auferido através de um processo dinâmico e dialético para o entendimento da realidade, especialmente naquilo que se apresenta como obscuro.

Para enfatizar os trabalhos de campo, Campiani e Carneiro (1996), fazem sobressair o valor deste espaço ao afirmarem que o campo é o laboratório da Geologia e utilizam esta expressão para valorizar o trabalho de campo no ensino desta ciência. Deste modo, poderá dizer-se que ensinar Geologia não deve dispensar o trabalho de campo, para que esta ciência não se torne abstrata, tal como escrevem Mondlane e Mapani (2002).

No trabalho de campo, podem-se obter ganhos do ponto de vista procedimental. Segundo Andrade (1991) e Orin & Hofstein (1991), considera-se o trabalho de campo como uma estratégia com forte valor heurístico, com a qual se podem adquirir competências relacionadas com a construção das ciências geológicas e com o seu método de raciocínio.

Para o ensino das Geociências nas escolas secundárias, o trabalho de campo permite o desenvolvimento de atitudes e conceitos geológicos básicos que ajudam o aluno a compreender e a interpretar o meio natural.

1. Enquadramento teórico

1.1. Localização Geográfica

Localizada no sudoeste de Angola, a Província da Huíla, (com a designação de Distrito de Sá da Bandeira, até 1975), possui uma área de 78 879 km² e uma população estimada em 2,6 milhões de habitantes (Figura 1). O seu município sede é o Município do Lubango (Figura 2), situado entre as latitudes de 14° 22' e 15° 26' S e as longitudes de 13° 30' e 14° 31', com uma superfície cerca de 3 140 km² de extensão, que corresponde a 0,64% do território angolano. No Município do Lubango estima-se haver uma população que ronda os 1 414 000 de habitantes, que se repartem nas suas quatro comunas, designadamente Hoque, Arimba, Quilemba e Comuna da Huila. É em dois municípios desta província que se situam os sectores estudados no presente trabalho: i) estrada Lubango-Tundavala, localizada no Município do Lubango; ii) Estrada da Leba, localizada no Município da Humpata.



Figura 1. Localização geográfica da Província da Huíla (imagem cedida por Herve, 2013).

Estes dois sectores foram seleccionados para este estudo por apresentarem paisagens e aspetos geológicos e geomorfológicos

diversificados, possíveis de utilizar como recurso para o ensino das Geociências.



Figura 2. Localização geográfica da cidade do Lubango (imagem cedida por Herve, 2013).

1.1.1. Acessibilidade aos sectores estudados

Trajeto da Tundavala

A Fenda da Tundavala fica localizada no bordo noroeste da Serra da Leba, a norte da cidade do Lubango e é considerada uma das maravilhas naturais de Angola, de reconhecido valor patrimonial (Henriques et al., 2013). O seu acesso é feito por uma via rodoviária devidamente reabilitada, a via Lubango-Tundavala. Esta estrada dá acesso à zona de captação de água para a cidade do Lubango, às fábricas da Coca-cola e da Cerveja-N'gola e ao rio Mapunda. Este rio tem a sua nascente na Tundavala e drena toda a parte norte do núcleo urbano para o rio Mucufi. O seu regime é quase semipermanente porque o seu caudal só aumenta em época chuvosa. É ao longo desta via que se localizam os pontos de observação deste trajeto.

Trajetos da Estrada da Leba

A estrada da Leba corresponde ao troço fronteiro da via rodoviária que liga a Província da Huíla à província do Namibe (Estrada Nacional nº 280). Esta via sai da cidade do Lubango em direção à cidade do Namibe (antiga cidade de Moçamedes), atravessa o Planalto da Humpata, passando pela vila da Humpata, um dos Municípios da província da Huíla, e desce a encosta ocidental da Serra da Leba pela famosa Estrada da Leba.



Figura 3. Localização do Município da Humpata na Província da Huíla, direção a Serra da Leba (imagem cedida por Herve, 2013).

1.2. Enquadramento Geomorfológico e Geológico

1.2.1. Geomorfologia

A Serra da Leba, situada no sudoeste angolano, entre os paralelos 14°30' S e 15°30' S e os meridianos 13°15' E e os 13° 45' E, constitui o sector mais central e elevado (2230 m) do grande planalto da Huíla. Desde há muito que esta

região tem sofrido grande erosão, sobretudo na sua bordadura a oeste e a norte, devido à forte pluviosidade regional, de que resulta um relevo abrupto na zona de transição entre a região planáltica e subplanáltica, situada a oriente, e a peneplanície, situada a ocidente (Figura 4).



Figura 4 - A imponente escarpa do bordo ocidental do Planalto da Humpata.

Este ciclo erosivo realizou um trabalho notável, pelo que o terreno não apresenta um formato uniforme. Um apreciável degrau de erosão que, nalgumas zonas, apresenta o aspeto de uma verdadeira escarpa, por vezes revestida de rocha nua, separa dentro da área, a região planáltica e subplanáltica da peneplanície. A intensa fracturação que se observa neste bordo escarpado, que se traduz em fendas e canhões, facilita a ação erosiva e favorece o desprendimento de blocos e as acumulações de sopé.

A zona planáltica apresenta uma notável cobertura superficial essencialmente arenosa e a configuração da sua atual rede hidrográfica mostra a existência de dois tipos de drenagem – dendrítica e a retangular. A cobertura vegetal é, na sua maioria, constituída por ervas e arbustos de pequeno porte. Aparecem

também espécies exóticas de grande porte como os eucaliptos e alguns pinheiros, no canto sudoeste do planalto a caminho da serra da Leba.

Na peneplanície destacam-se os vales alongados segundo NW-SE e NE-SW e os relevos de dureza, dispostos segundo estas direções. Possui uma maior cobertura vegetal em relação ao planalto, embora seja formada, na sua maioria, por arbustos que vão rareando para ocidente, em direção ao Namibe. Embondeiros, mangueiras e bananeiras também são aqui frequentes.

1.2.2. Geologia

A Serra da Leba integra, conjuntamente com os outros sectores do planalto da Huíla, o chamado Bloco Angolano do Cratão Proterozóico do Congo (e.g. Delor *et al.*, 2008), cujo interior se manteve estável após os ciclos orogénicos Limpopo-Liberiano (c. 2680 Ma a cerca de 2820 Ma) e Eburneano e/ou Tádiliano (c. 2100 Ma a c 2000 Ma), mas cujas zonas periféricas foram reactivadas e remobilizadas durante os ciclos orogénicos Maiombiano (1300±200 Ma), Kibarino (1300±100 Ma) e Pan-Africano (c.975 Ma a c.550 Ma) (e.g. Carvalho, 1983, 1993; Ferreira da Silva, 2009).

Na Serra da Leba aflora a sequência metavulcanossedimentar do Grupo da Chela (1900 a 1800 Ma; e.g., Pereira *et al.*, 2011) que, em alguns locais, ultrapassa os 1000 m de espessura, assente em inconformidade nos granitos, granodioritos e dioritos milonitizados e cataclasados, de idade eburniana (2100 ± 100 Ma; Turkato *et al.*, 1979). Da base para o topo, sucedem-se as Formações da Tundavala, Humpata, Bruco e Cangalongue, de fácies siliciclásticas epicontinentais. O Grupo da Chela é coberto, em descontinuidade pela Formação da Leba que compreende calcários dolomíticos cinzentos com estromatólitos.

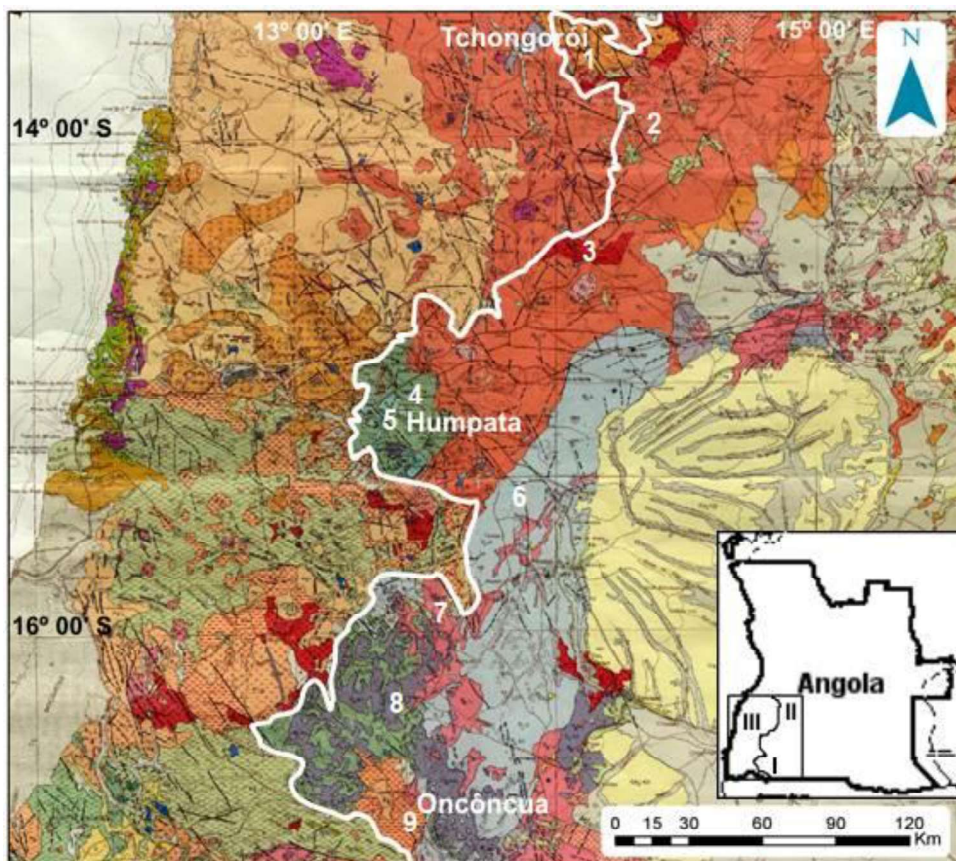


Figura. 5 - Estrato da folha 3 da carta geológica de Angola à escala 1:1000000 (Matias, 1980), com a localização geográfica do bordo ocidental do planalto da Huíla (contorno a branco) e as diferentes litologias que o constituem ao longo dos seus setores setentrional (Tchongoroy), central (Humpata-Serra da Leba) e meridional (Oncôncua). 1. Granitos porfiroblásticos eburneanos; 2. Granitos biotíticos, granodioritos e dioritos eburneanos; 3. Granitos e gneisses eburneanos; 4. Grupo da Chela; 5. Formação da Leba; 6. Complexo Gabro-anortosítico, limpopo-liberiano; 7. Granitos Vermelhos do Sudoeste, kibarianos; 8. Noritos e Doleritos, pan-africanos; 9. Dioritos e Granodioritos do Sudoeste, limpopo-liberianos. Unidades geomorfológicas: I. Planalto Antigo; II. Cadeia Marginal de Montanhas; III. Zona de Transição (adaptado de Lopes *et al.*, 2013).

1.3. Metodologia

Para atingir o objetivo principal, bem como os objetivos específicos, definidos para realizar este estudo, é necessário efetuar trabalho de campo e de gabinete.

No campo, é necessário: 1) selecionar locais 2) produzir imagens; e 3) observar e interpretar paisagens e afloramentos.

No gabinete, é necessário: 1) interpretar as imagens; 2) criar modelos para o ensino; 3) construir recursos para uma aula de campo. Neste estudo foi usado um modelo modificado de Orion (1993).

1.3.1-Trabalho de campo

O trabalho de campo tem sempre um valor muito diferente nos processos de ensino e de aprendizagem porque é neste lugar em que o aluno poderá relacionar a teoria aprendida na sala de aula de forma abstrata e traduzi-la na realidade dos processos e objetos no meio. Do mesmo modo, chama-se a atenção para a importância das aulas de campo como uma estratégia de aproximação à realidade local, de utilização dos recursos locais, de importância e motivação que os discentes durante o estudo de exemplos da Geologia que lhes são próximos Correia, (1976). As aulas de campo podem ainda ser um suporte à atividade experimental. Nesta última situação, este suporte poderá ser efetuado num momento anterior ou ulterior a essa mesma atividade.

Seleção dos locais – Neste trabalho foram selecionados 15 (quinze) locais de paragem, distribuídos de seguinte forma: sete (7) paragens para o trajeto da Tundavala e oito (8) paragens para o trajeto da Estrada da Leba, respetivamente, de forma a salientar, as paisagens, as litologias, as estruturas e os recursos geológicos.

Observação e interpretação de paisagens e de afloramentos – As observações no terreno podem diferenciar-se do ponto de vista geográfico e geológico. Coelho (1997) salienta o facto de os geógrafos terem uma visão mais global e sintética da realidade. Deste modo, a capacidade de interrelacionar os mais diversos dados mostra uma preocupação com o conjunto, não alcançado por especialistas de outras áreas (Pinto, 2005). A autora salienta, ainda, que esta análise global vem sendo novamente valorizada nos meios científico, devido à necessidade de se levarem em consideração os diversos aspetos para uma melhor compreensão da realidade, como um todo. É neste contexto que os trabalhos de campos, nas várias disciplinas, podem fornecer uma gama de conhecimentos de aspetos naturais e sociais, como a ação antrópicas sobre o meio e as consequências dessa intervenção para a sociedade.

No presente trabalho, e para cada trajeto, procedeu-se à observação e interpretação dos afloramentos e das paisagens envolventes de cada local de paragem, integrando, elementos geológicos e geográficos.

Produção de imagens - A produção de imagens deve ter em consideração a utilização de uma escala para relacionar o tamanho dos objetos a observar. As imagens devem ser devidamente localizadas num mapa, e orientadas em relação aos pontos cardeais.

Depois de identificados, os locais de investigação utilizados neste trabalho foram devidamente marcados em mapa, para facilitar a localização das paragens (ver figuras). Em cada um destes locais, procedeu-se ao levantamento pictórico dos objetos mais significativos.

Os pontos selecionados para observação e estudo estão devidamente numerados da seguinte forma:

A) no trajeto da Tundavala, ao longo da via de comunicação que nos leva até à fenda da Tundavala, de TP1 a TP7. Esta estrada encontra-se, atualmente, em reparação, tendo em conta a importância económica da área turística e por ser a via de acesso a duas fábricas que asseguram, em termo de produção, o desenvolvimento da província da Huíla: a fábrica de cerveja N'gola e a fábrica da Coca-Cola. Nas duas fábricas podem efetuar-se breves paragens, não para

observar, mas, para explicar a importância de uma Fábrica que transforma vários produtos provenientes do campo agrícola como: o limão, laranja, maracujá, e outros produtos adicionais, para a produção de cerveja e gasosa.

B) no trajeto da estrada da Leba, ao longo do trecho de montanha da estrada Lubango-Namibe, de LP1 a LP8. Além das observações de carácter geológico e geomorfológico, este trecho deve ser ainda sublinhado por representar um grande desafio de engenharia.

1.3.2. Trabalho de gabinete: modelos de atividades de exterior

Todas as imagens recolhidas durante o trabalho de campo, foram interpretadas

Para cada trajeto a percorrer, construiu-se um caderno de campo com os locais de paragem, acompanhados de perguntas. Foram privilegiar as perguntas de resposta curta, para evitar escrever muito no campo).

A melhor forma para compreender o significado de uma linha de falha ou superfície é através da interação direta no terreno Orion (2001). É no campo que se desenvolvem as capacidades de identificação de rochas e outros processos naturais. Em anexo, ilustramos o modelo para esta atividade.

2. AULA DE CAMPO

2.1. Trajeto da Tundavala

O percurso escolhido para esta excursão de campo segue a estrada que liga a cidade do Lubango à Fenda da Tundavala. As paragens efetuadas estão ordenadas no sentido ascendente do percurso (Figura 6).

Paragem 1 (TP1): em frente ao “Morro do Castelo”

Coordenadas: 14° 52'3,64”S; 13°26'59,86”E

Altitude: cerca de 1890 m

Do lado direito da estrada, no sentido ascendente, observam-se colinas de constituição granitoide, de topo arredondado, com caos de blocos esferoidais.



Figura 6 – Trajeto para a Fenda da Tundavala, com os locais de paragem assinalados a amarelo (TP1 a TP7) (mapa base extraído do Google Earth).

Os blocos do topo da colina mais próxima parecem torres de um castelo em ruínas (Figura 7A, B).

A)



B)



Figura 7 – afloramento de rocha granítica com caos de blocos esfereoidais, lembrando um castelo em ruínas. A) Representação pictórica; B) Escala e orientação da imagem

-Para observar: meteorização das rochas e a erosão

- Tipo de rocha aflorante;
- Tipo de estruturas dominante na rocha;
- Tipo de meteorização dominante;
- Influência da estrutura da rocha na sua meteorização

➤ **Paragem 2 (TP2): Junto à capelinha da Igreja católica.**

Coordenadas: 14°50'52.6''S; 13°26'34.85'' E

Altitude: 1948 m.

Na berma direita da estrada existe um largo afloramento de rocha granitoide (provável monzonito), sobranceiro à estrada. No topo aplanado do afloramento observam-se dois sistemas de diáclases sistemáticos, com direções N30°W e N20°E, ambos verticais (Figura 8A, B).

A)



B)



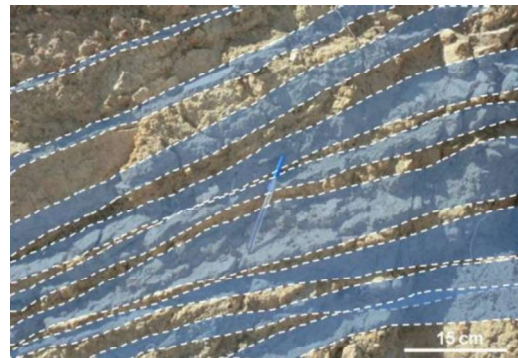
Figura 8 – Sistema de diáclases a afetar o topo do afloramento de rocha granitoide. A) Representação pictórica B) Modelo interpretativo

No talude da berma da estrada é visível a separação da rocha segundo superfícies planas, subhorizontais – esfoliação- Este diaclasamento paralelo à superfície, favorece a separação do maciço rochoso e a sua alteração até se converter em solo (Figura 9 A-C).

A)



B)



C)



Figura 9 – Granitóide com esfoliação subhorizontal e diaclasamento subvertical de direcção N50°W. A) Representação pictórica; B) Modelo interpretativo da esfoliação; C) Modelo interpretativo do diaclasamento

A cerca de cinco metros para norte, observa-se no talude da estrada sistema de falhas translacionais direitas, de direcção N50°W (Figura 10A, B).

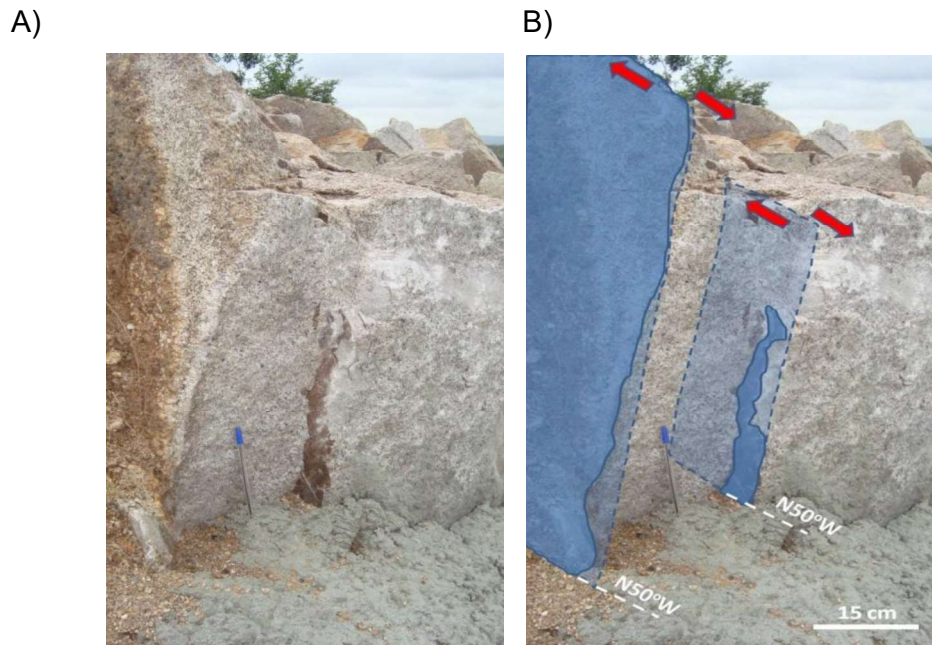


Figura 10 - Falha translacional direita de direcção N50°W. A) Representação pictórica; b) Modelo interpretativo

Para observa/registar: estrutura e meteorização da rocha

- Tipo de rocha aflorante;
- Direcção dos sistemas de diáclases dominantes;
- Tipo de meteorização dominante;
- Influência da estrutura da rocha na sua meteorização;
- Tipo de falha e coordenadas geológicas;
- Sentido do movimento ao longo dos planos de falha

➤ **Paragem 3 (TP3): Sobranceiro à barragem de terra da Tundavala (Mapunda)**

Coordenadas: 14°50'38''S; 13°25'55''E

Altitude: 2020 m

Observação da paisagem:

A)



B)



Figura 11 – Barragem de terra da Tundavala e paisagem ao seu redor, talhada em granitoides e quartzitos. A) Representação pictórica; B) Modelo interpretativo.

1º Plano: barragem de terra da Tundavala no rio Mapunda e respectivo lago de albufeira (figuras 11 a 13)

A)



B)

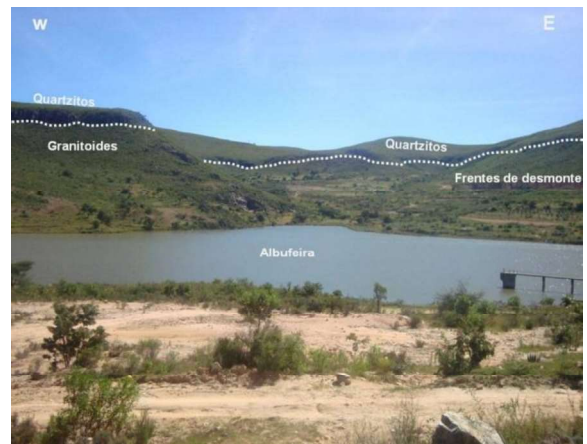


Figura 12 – Secção central do lago da Barragem da Tundavala e paisagem ao seu redor, talhada em granitoides e quartzitos. A) Representação pictórica; B) Modelo interpretativo.

2º plano (plano de fundo): encostas do planalto da Humpata, com os topos quartzíticos, de paredes nuas, abruptas e retalhadas por fendas e diáclases. Abaixo do topo, e até à base, afloram granitoides e o perfil da face das encostas altera-se, mostrando-se mais suave e arredondado, coberto por vegetação e salpicado por caos de blocos. Há exploração de granitoides em alguns locais (pedreiras com frentes de desmonte) (figuras 11 a 13).

A)



B)

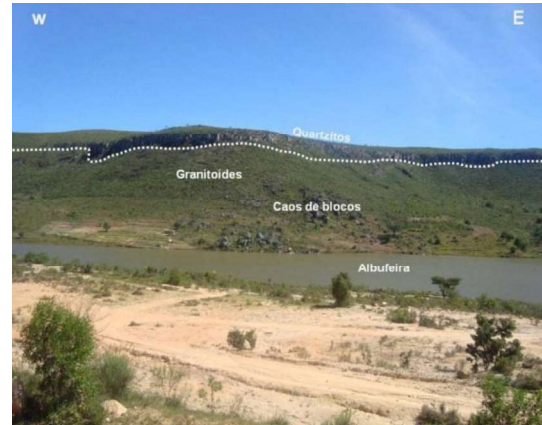


Figura 13 – Extremidade norte do lago da Barragem da Tundavala e paisagem ao seu redor, talhada em granitoides e quartzitos. A) Representação pictórica; B) Modelo interpretativo.

Para observar:

-erosão diferencial das encostas e a sua relação com a litologia aflorante;

-exploração de georrecursos: recursos hídricos e recursos não metálico (granitoide)

➤ **Paragem 4 (TP4): Estação de captação e tratamento da água da Tundavala**

Coordenadas: 14°50'43,5" S; 13°24'16,95" E

Altitude: 2084 m

O sistema aquífero da Tundavala tem os seus pontos de recarga localizados no topo do planalto da Humpata. Estes pontos estão condicionados pela rede de diáclases e fraturas. A água infiltra-se no maciço quartzítico através dessa rede e fica retida, dezenas de metros mais abaixo, na espessa camada de alteração resultante da meteorização das rochas granitóides subjacentes (Figura 14 A, B).

A)



B)



Figura 14 – Estação de captação e tratamento de água da Tundavala. A) Portão principal; B) Nascente.

Para observar/registar:

-onde se faz a recarga do aquífero;

-os tipos de rocha que facilitam a entrada e a retenção de água no sistema aquífero;

-a influência da rede de diáclases e fraturas dos quartzitos na recarga do sistema aquífero.

Atingido o topo do planalto, a estrada penetra num imenso campo residual de blocos quartzíticos, de cor avermelhada a cinzento amarelada, como uma avenida processional através de uma cidade em ruínas. Ao longo de cerca de 1km, a estrada avança para norte, ladeada por blocos *in situ*, empilhados uns sobre os outros, alguns com mais de 3 m de altura, onde a Natureza esculpiu caprichosas figuras. A observação atenta permite distinguir, na superfície

lateral desgastada destes blocos, estruturas sedimentares como superfícies de estratificação, estratificação entrecruzada e estratificação graduada, testemunhos silenciosos dos antigos ambiente de sedimentação. Um pouco por toda a parte, espalhados pelo chão, avistam-se caos de blocos (figuras 15 e 16).

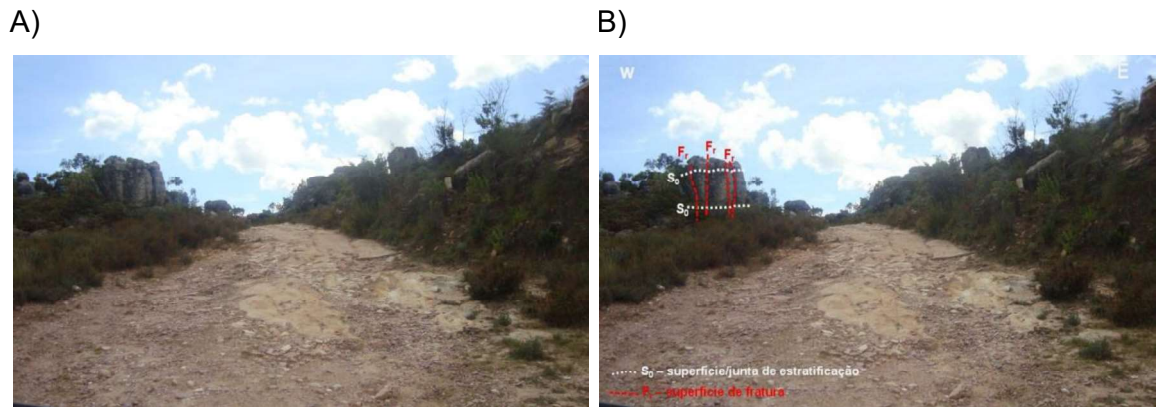


Figura 15 – Entrada do Parque da Tundavala, na zona da “cidade em Ruínas”. A) Representação pictórica; B) Modelo interpretativo.

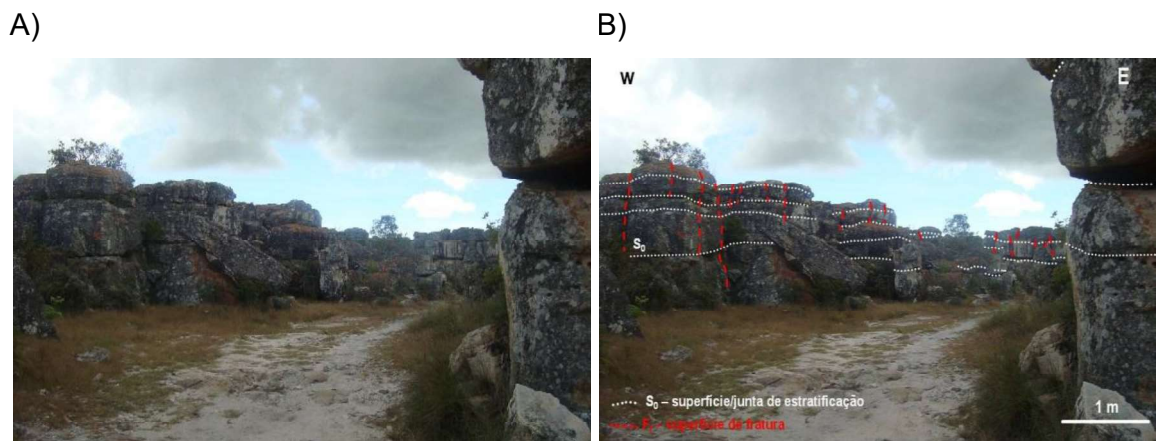


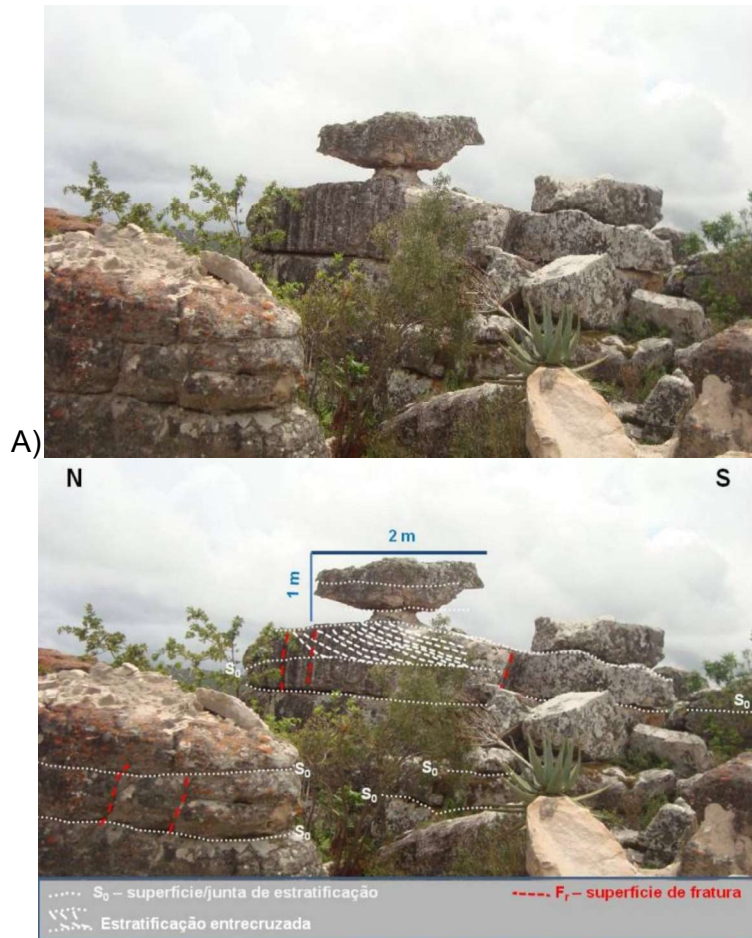
Figura 16 – Zona da “cidade em Ruínas”. A) Representação pictórica; B) Modelo interpretativo

➤ **Paragem 5 (TP5): entrada do Parque da Tundavala, junto à rocha com figura de um pássaro (Pássaro da Tundavala):**

Coordenadas: 14°49'58.3" S; 13°23'26" E

Altitude: 2216 m

Do lado esquerdo da estrada, observa-se um afloramento de rocha quartzítica naturalmente esculpida na figura de um pássaro (Pássaro da Tundavala). A observação cuidada permite distinguir as superfícies de estratificação (figuras 17 e 18).



B)

Figura 17 - afloramento de rocha quartzítica naturalmente esculpida na figura de um pássaro (Pássaro da Tundavala). A) Representação pictórica; B) Modelo interpretativo

Alguns metros adiante, e do lado esquerdo da estrada, observa-se afloramento quartzítico em cujas paredes laterais se distingue estratificação entrecruzada (figura 19).

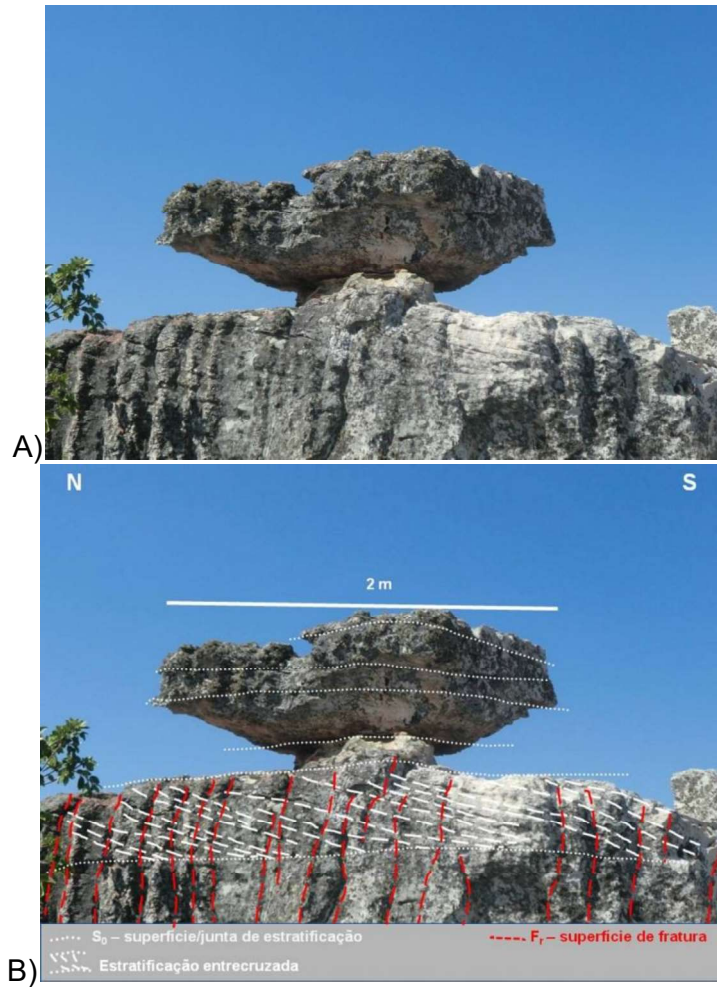


Figura 18 - Pormenor do Pássaro da Tundavala. A) Representação pictórica; B) Modelo interpretativo

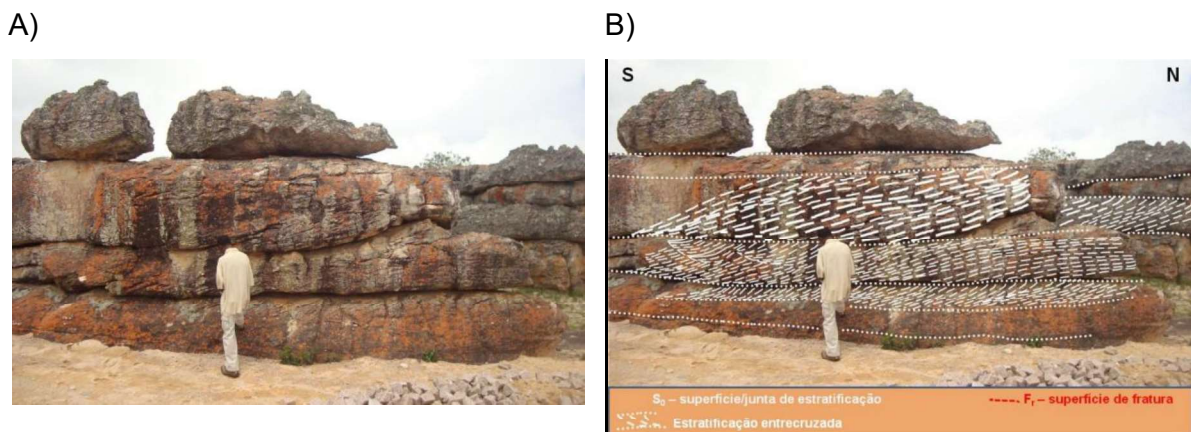


Figura 19 - Afloramento de quartzitos onde é visível estratificação entrecruzada. A) Representação pictórica; B) Modelo interpretativo.

Para observar/registar:

- Tipo de rocha aflorante;
- Tipo de meteorização dominante;
- O agente erosivo dominante
- Influência da estrutura da rocha na sua meteorização;
- Identificação das estruturas sedimentares da rocha original.

Deixada a “selva de pedra”, e após uma curva apertada à esquerda, a estrada avança para noroeste, em direção ao bordo noroeste do planalto da Humpata e ao miradouro da Fenda da Tundavala, num percurso de cerca de 2 km.

Do lado norte da estrada, e a uma distância de cerca de 500 m, o solo, coberto de gramíneas, é afetado por uma depressão de direção N50°W, cuja incisão no terreno se vai acentuado para noroeste. Ao longo de todo o seu comprimento, afloram quartzitos ferruginosos, com alteração esferoidal intensa ou como caos de blocos (figuras 20 a 24).

A)



B)



Figura 20 – Depressão no terreno, na cabeceira da Fenda da Tundavala, onde afloram quartzitos ferruginosos, com alteração esferoidal intensa ou como caos de blocos. A) Representação pictórica; B) Orientação da estrutura.

A)



B)

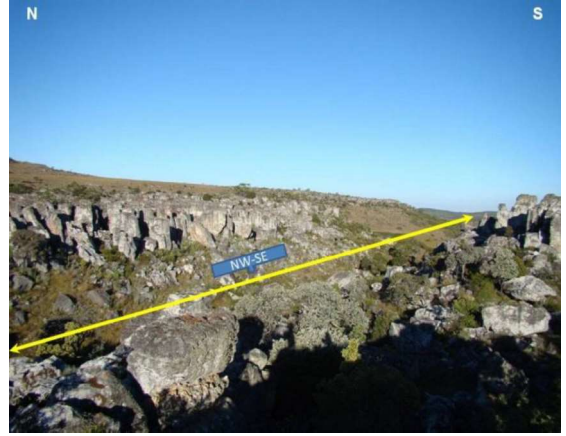


Figura 21 - quartzitos ferruginosos com alteração esferoidal intensa, no interior da depressão visível na Figura 20. A) Representação pictórica; B) Orientação da estrutura.

➤ **Paragem 6 (TP6): depressão no terreno, do lado direito da estrada no sentido do miradouro:**

Coordenadas: 14°49'10.2''S, 13°23'8.8''E

Altitude: 2234 m

A)



B)



Figura 22 – Afloramento de quartzitos com sistemas de diáclases N50°W, N10°W e N60°E. A) Representação pictórica; B) Modelo interpretativo.



Figura 23 – Clastos de granito e de quartzo leitoso num quartzito. A tampa azul da caneta indica o Norte.

Afloramento tabular de quartzito fraturado, *in situ*, de cor vermelho “borra de vinho” (Figura 22). A observação cuidada da sua superfície permite reconhecer que a rocha original seria um conglomerado, de grão médio a grosseiro, essencialmente constituído por clastos de granito. Alguns dos clastos atingem cerca 10cm de comprimento (Figura 23). As direções das diáclases dão valores de N60°E, N50°W e N10°W. (Figura 22)

Em volta, observam-se blocos de quartzito com intensa alteração esferoidal, ainda *in situ* ou como fragmentos espalhados, formando caos de blocos (Figura 24). Em alguns dos blocos é possível distinguir estratificação entrecruzada.

A)



B)



Figura 24 – Blocos de quartzito com alteração esferoidal onde se distingue a superfície de estratificação. A) Representação pictórica; B) Modelo interpretativo.

Para observar/registar:

- Tipo de rocha aflorante;
- Direção dos sistemas de diáclases dominantes;
- Tipo de meteorização dominante;
- O agente erosivo dominante;
- Influência da estrutura da rocha na sua meteorização;
- Identificação das estruturas sedimentares da rocha original.

Atingido o bordo noroeste do planalto, a depressão que se avista a norte da estrada aprofunda-se acentuadamente e abre-se para o vazio numa fenda em forma de “V” quase perfeito – a Fenda da Tundavala (figura 25 e 26), uma das belezas naturais de Angola, de conteúdo patrimonial impar (Henriques et al., 2013).

A)



B)



Figura 25 – Área do Miradouro da Fenda da Tundavala. A) Representação pictórica; B) Orientação da estrutura.

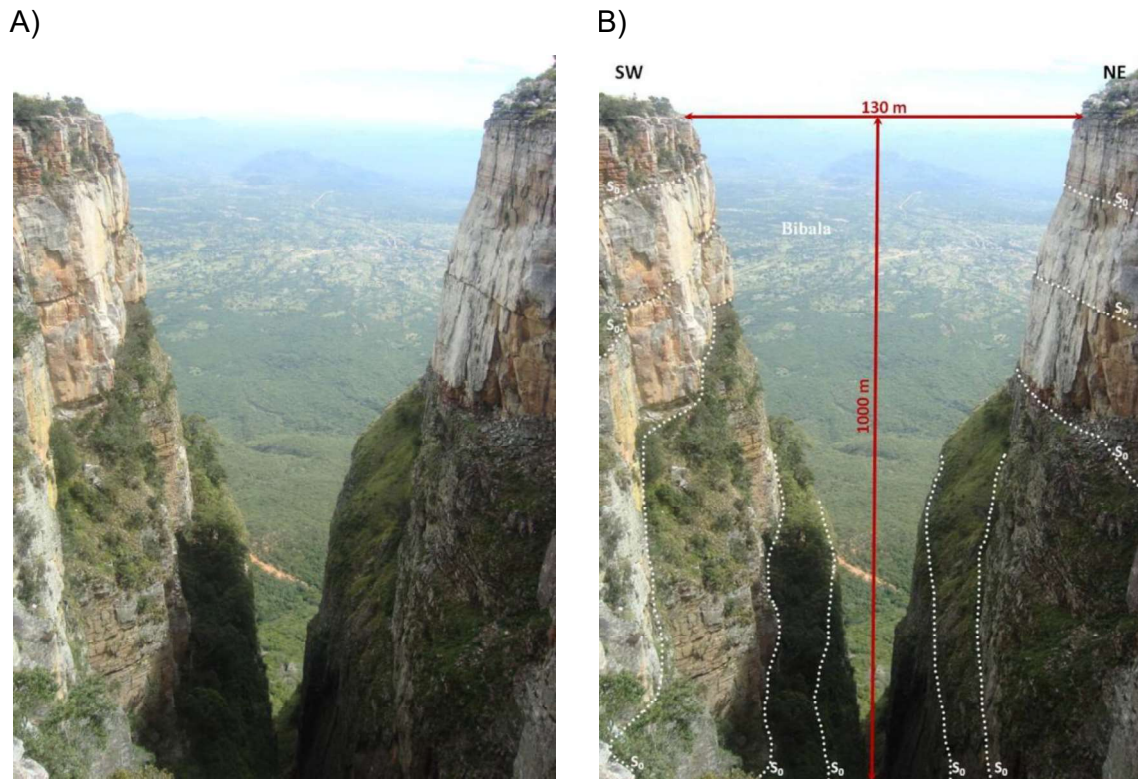


Figura 26 - A Fenda da Tundavala. Ao longe, em baixo, avista-se a vila da Bibala. A diferença de cota entre o topo e a base da fenda é de cerca de 1000 m. A) Representação pictórica; B) Modelo interpretativo.

➤ **Paragem 7 (TP7): Miradouro da Tundavala**

Coordenadas: 14°48'56.4" S; 13°22'54.1" E

Altitude: 2240 m

O miradouro da Tundavala localiza-se no bordo sul da Fenda da Tundavala e contém diversos pontos de observação.

Ponto de observação mais ocidental; é o mais externo e o que proporciona uma apreciação de todo o conjunto. Constitui uma autentica varanda sobranceira à peneplanície do Namibe, que se abre a ocidente, cerca de 1000 m abaixo, num paisagem de grande impacto visual. É possível distinguir a vila da Bibala, e uma série de cristas rochosas, que serpenteiam pela planície a perder de vista (figura 27). Estas cristas são constituídas por rochas ígneas básicas (Matias, 1980) que instruíram ao longo de corredores de fracturação de

direcção N40-50°W. O seu traçado sigmoidal será o resultado da deformação por corredores de cisalhamento regional de direcção N60°E (Lopes et al., 2012).

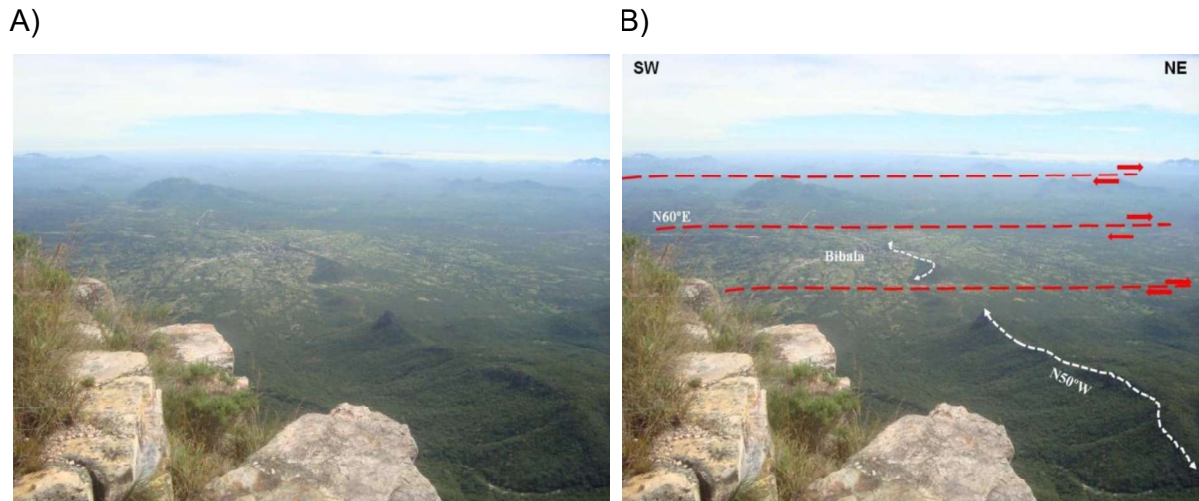


Figura 27 – As cristas rochosas serpenteantes da Bibala. A) Representação pictórica; B) Modelo interpretativo.

Olhando para norte, observa-se, em plano de fundo, uma série de relevos suavemente arredondados. À direita, em primeiro plano, situa-se uma verdadeira escarpa, com mais de 1000 m de altura. A parte superior, quartzítica, é abrupta e revestida de rocha nua. A intensa fracturação que a retalha facilita a acção erosiva e favorece os movimentos de massa e as acumulações de sopé. É comum a formação de fendas e canhões, alguns deles profundamente incisos na parede quartzítica do maciço. Os quartzitos assentam em inconformidade sobre granitoides, e a presença destes é assinalada pela alteração do perfil da face da encosta, que se torna mais suave e arredondado, coberto por vegetação (Figura 28).

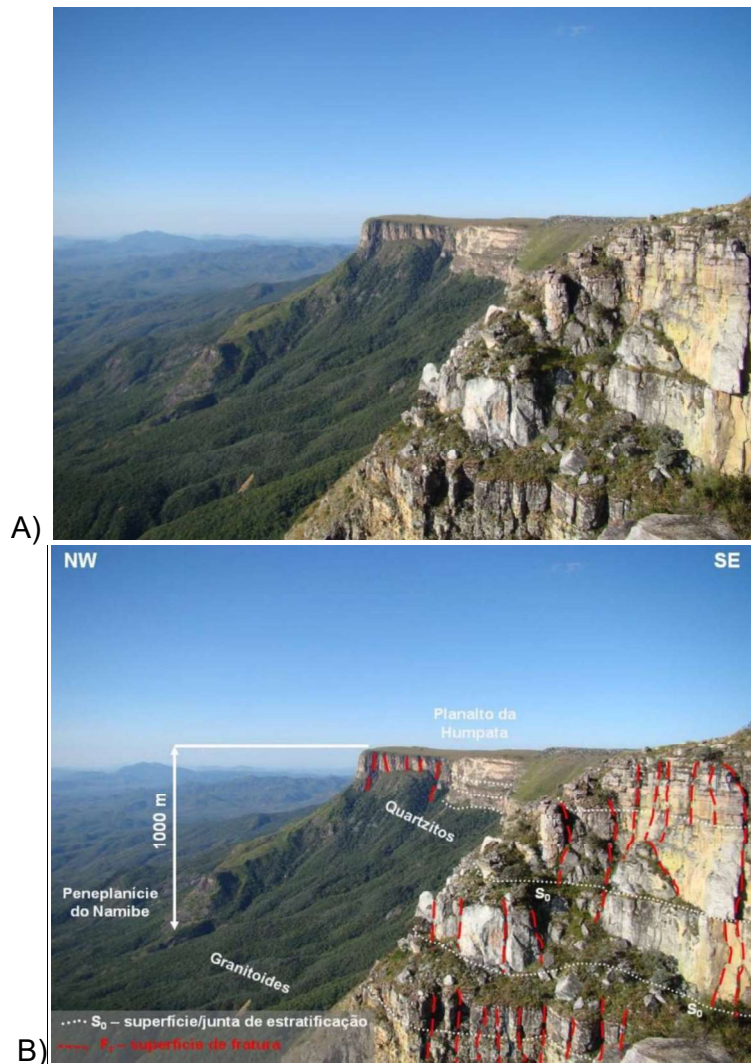


Figura 28 – Escarpa da Serra da Leba, junto à Fenda da Tundavala. A) Representação pictórica; B) Modelo interpretativo.

Olhando para leste (Figura 29), observa-se a porção superior da parede norte da Fenda da Tundavala, marcada pela fracturação. Ao longo deste paredão quartzítico, é possível distinguir as sucessivas superfícies de estratificação verticalmente dispostas ao longo de milhões de anos, como um gigantesco corte geológico. O topo da parede da fenda é rematado pela superfície topográfica, e aqui a rocha apresenta-se bastante fragmentada, desagregada e alterada, com formação de caos de blocos.

A)



B)



Figura 29 - Porção superior da parede norte da Fenda da Tundavala, marcada pela fracturação. A) Representação pictórica; B) Modelo interpretativo.

Para observar/registar:

-O degrau topográfico entre o topo do planalto e as terras baixas a ocidente;

- A erosão diferencial das encostas e a sua relação com a litologia aflorante;

-O significado das cristas rochosas que atravessam a peneplanície em baixo;

-O traçado sigmoidal das cristas rochosas e seu significado estrutural;

-O Tipo de meteorização dominante;

-O agente erosivo dominante;

-A Influência da estrutura da rocha na sua meteorização;

-A sequência estratigráfica da série quartzítica e a sua descontinuidade basal.

2.2. Trajeto da Estrada da Leba

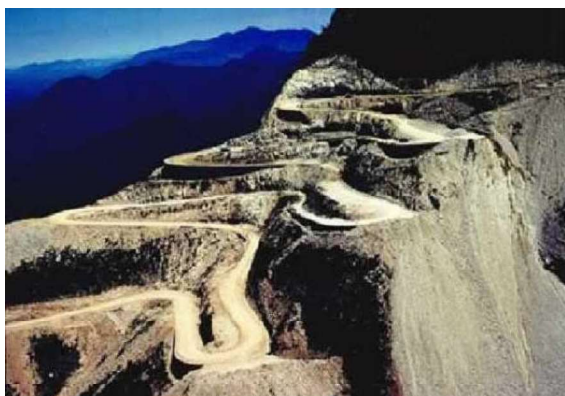
2.2.1 Resenha histórica

Passar pela estrada nº 280, Estrada Nacional (EN) Lubango – Namibe, impõe contar um pouco da sua história . Foi em meados da década de 60 do séc. XX que se iniciaram os estudos para a construção da nova estrada, tendo-se colocado, nessa altura, três hipóteses de traçado: a primeira era o aproveitamento do traçado existente na época (passando por Vila Arriaga-221 Km); a segunda, Moçâmedes (Namibe) - Cainde - Capangombe - Chibia - Sá da Bandeira (Lubango), um itinerário mais longo (264 Km), mas que tinha a vantagem de contornar a Serra da Chela, entrando em Sá da Bandeira pelo Sul; e finalmente o traçado da Leba (175 Km) (Fortuna, 2011). A obra foi proposta para minimizar a situação de transporte das mercadorias a uma localidade mais próxima, e deixar de forte dependência que havia da região de Benguela. Entre 1969 e 1974, sob a direção do engenheiro José Augusto A. Fernandes Torres, ficaria concluída aquela que uma das obras-primas da Engenharia de estradas de todo o Mundo.

Em 1882, D. Augusto Camara Lemos, ligado às obras públicas na antiga colônia portuguesa (Angola), vira já a necessidade de abrir uma estrada, a primeira do Chivinguiro até à comuna da Huíla, embora não tenha sido bem-feita porque estava cheia de troncos e as curvas eram muito apertadas.

Em 1864, foi construída uma estrada que atravessava a norte da Bibala, pelo Engenheiro Rosa que, curiosamente, fez com que o seu nome fosse confundido com uma mulher, dando motivo a varias especulações de que obra seria projetada por uma engenheira, Sul-africana.

A)



B)

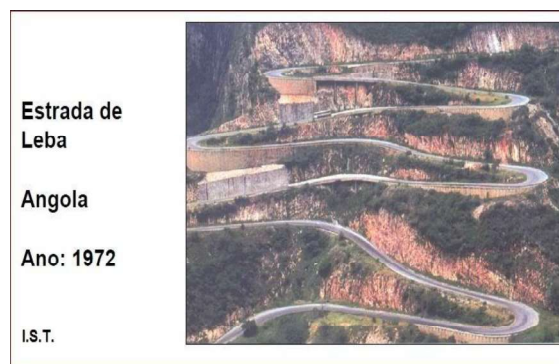


Figura 30 - A estrada da Leba. A) em construção, por volta de 1969-70; B) Já aberta à circulação automóvel, em 1972 (Fortuna, 2011).

2.2.2. Paragens e observações

Ao longo do percurso são sugeridas oito paragens (Figura 31), embora seja provável que haja tendência de parar em outros locais para observar à distância.



Figura 31 - Trajeto da Estrada da Leba, com os locais de paragem assinalados a amarelo (LP1 a LP8) (mapa base extraído do Google Earth).

Fazer a descida da Leba pela estrada Lubango-Namibe é como recuar no tempo geológico ao longo de milhões de anos. A descida inicia-se nas rochas quartzíticas do Grupo da Chela (1900 a 1800 Ma; e.g. Pereira et al., 2011), mergulhando, depois, nos granitos, granodioritos e dioritos milonitizados e cataclasados, de idade eburniana (2100 ± 100 Ma; Turkato et al., 1979). Esta rica variedade litológica e as estruturas tectónicas que a afetam, podem ser contempladas e estudadas, em cada volta, ao longo dos taludes da estrada. O declive acentuado das encostas e a intensa fracturação das rochas favorecem a instabilidade de alguns destes taludes.

➤ **Paragem 1 (LP1): planalto da Humpata; pequena exploração de inerte abandonada, do lado esquerdo da estrada (sentido do Namibe)**

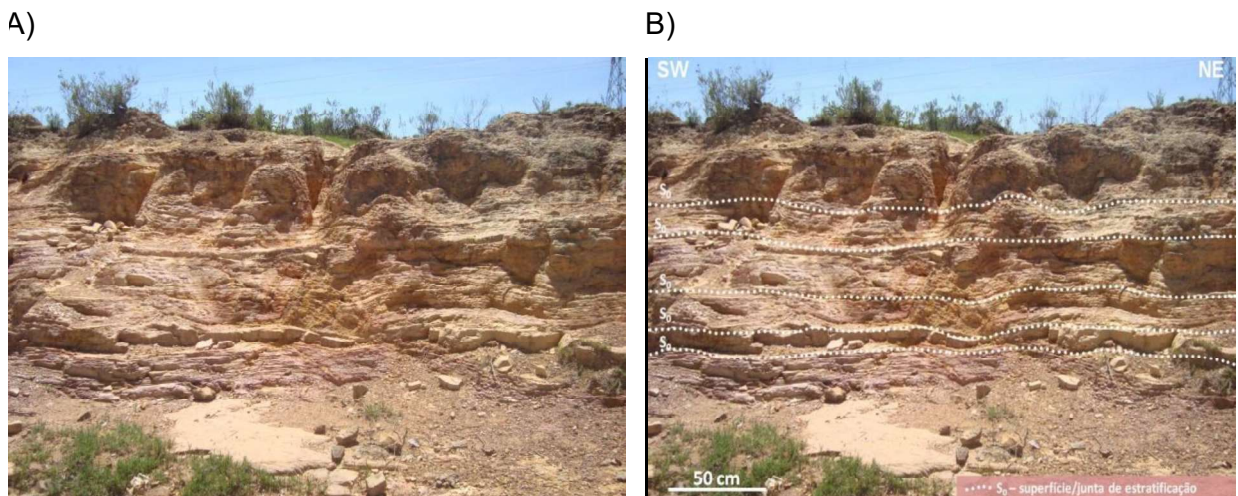


Figura 32 – afloramento de calcários margosos da Formação da Leba. A) Representação pictórica; B) Modelo interpretativo.

Coordenadas: 15°5'20.78''S; 13°18'19.18''E

Altitude: 1843 m

Do lado esquerdo da estrada (no sentido do Namibe), e a cerca de 20 m desta, situa-se uma pequena exploração artesanal de inertes. As depressões deixadas no terreno ficam sazonalmente ocupadas por charcos de água

lamacenta. Neste local, afloram calcários margosos, de cor castanha clara, em bancadinhas de espessura centimétrica (Figura 32). No extremo sudoeste da frente de desmonte, que tem direção NE-SW e cerca de 1,5-2 m de altura, os calcários mostram-se afetados por dobras assimétricas, com vergência (sentido de inclinação da dobra, quando vista de perfil) para SW, e eixo mergulhante para sul (Figura 33).

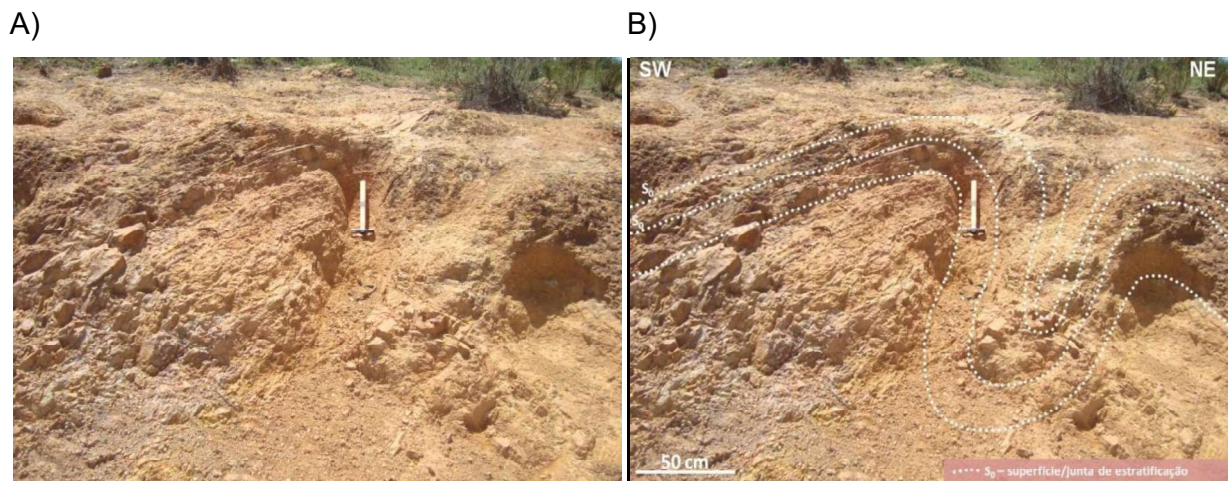


Figura 33 – dobras nos calcários margosos da Formação da Leba. A) Representação pictórica; B) Modelo interpretativo.

Para observa/registrar:

- Tipo de rocha aflorante;
- Distinção entre antifforma e sinforma;
- As zonas de charneira da dobra;
- Vergência da dobra; determinar o seu sentido;
- Determinação da atitude dos flancos da dobra;
- Determinação da atitude do eixo do dobramento

➤ **Paragem 2 (LP2): Forno de cal da Leba**

Coordenadas: 15°05'0.30"S; 13°15'32.34"E

Altitude: 1763 m



Figura 34 - antigo forno de cal



Figura 35 - colina de calcário estromatolítico, afetado por carcificação.



Figura 36 – Calcários com estromatólitos da Formação da Leba

Neste local erguem-se as ruínas de um antigo forno de cal (Figura 34). Na parte de trás do complexo fabril, observa-se uma pequena colina onde afloram calcários dolomíticos com estromatólitos, brecha calcária e tufo calcários, afetados por carcificação (figuras 35 e 36). Espalhados pelo solo, encontram-se blocos de brecha calcária, alguns deles medindo cerca de 1 m de comprimento, constituídos por fragmentos de estromatólito, unidos por cimento calcítico. Alguns deles mostram sinais de dissolução (Figura 37). Também é possível encontrar alguns blocos de quartzito vermelho, com mais de 1 m de comprimento, exibindo marcas de ondulação (“ripple marks” assimétricos) numa das faces (Figura 38).



Figura 37 (LP2-b) – Brecha calcária contendo fragmentos de estromatólito, afetada por carcificação.

A)



B)



Figura 38 A e B – Blocos de quartzito vermelho exibindo faces com marcas de ondulação “ripple marks”

Para observa/registar:

- O Tipo de rocha aflorante;
- O tipo de conteúdo fóssil que encerra e o seu significado paleoambiental e temporal;
- O Tipo de meteorização dominante;
- O tipo de deformação exibido pela rocha (brecha calcária);
- As marcas de ondulação preservadas nos blocos de quartzitos e o seu significado paleoambiental.

➤ **Paragem 3 (LP3): Miradouro da Serra da Leba**

Coordenadas: 15°04'36.45" S; 13°14'5.16 E

Altitude: 1680 m

Situado na face noroeste da escarpa quartzítica da Leba, o miradouro da Serra da Leba permite uma visão privilegiada da estrada da Leba, com a sua peculiar forma de serpente, e de todo o cenário natural envolvente (figuras 39-42).

A)



B)



Figura 39 – Estrada da Leba, vista do miradouro da Serra da Leba. A) Representação pictórica; B) Modelo interpretativo.

De nor-nordeste a leste, avistam-se, sucessivamente (figuras 39 e 40): i) o contraforte quartzítico da Serra da Leba, em forma de sela, com as suas vertentes íngremes e instáveis, onde a estrada, vinda do planalto da Leba, inicia a sua descida em 3 laçadas apertadas; ii) o planalto quartzítico da Leba, onde se entalha a garganta do rio Sondjo, que, a partir deste ponto, se precipita

em direção à peneplanície do Namibe, a sudoeste, por uma série de cascatas (figuras 40 e 41). Nas encostas abruptas do vale encaixado, avistam-se diversos depósitos de vertente. É possível ainda verificar que a superfície de estratificação (S_0) dos quartzitos, do lado norte do rio, apresenta uma brusca rotação do seu pendor, passando de basculada para sudeste, a vertical.

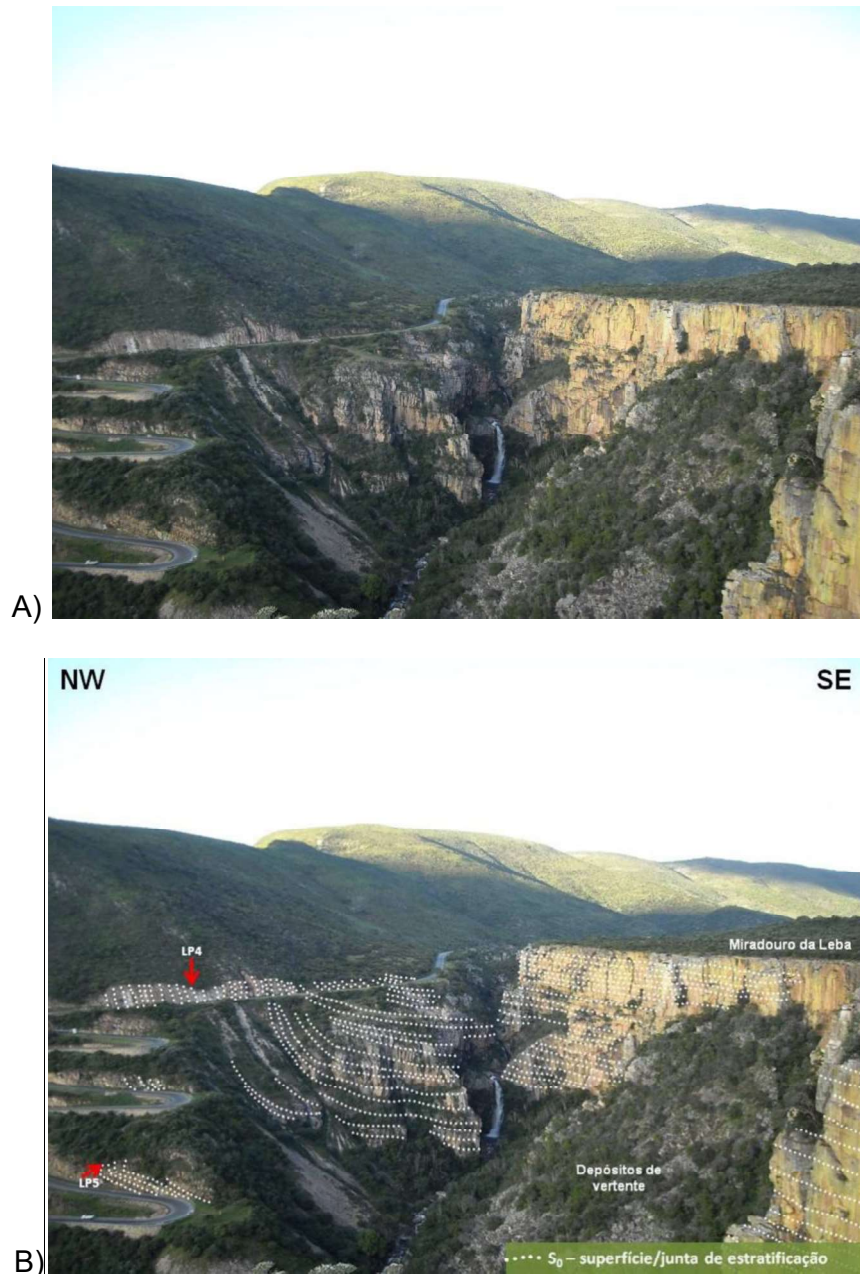


Figura 40 – Garganta do Rio Sondjo e as encostas abruptas do Miradouro da Leba, vistos do Miradouro. A) Representação pictórica; B) Modelo interpretativo.

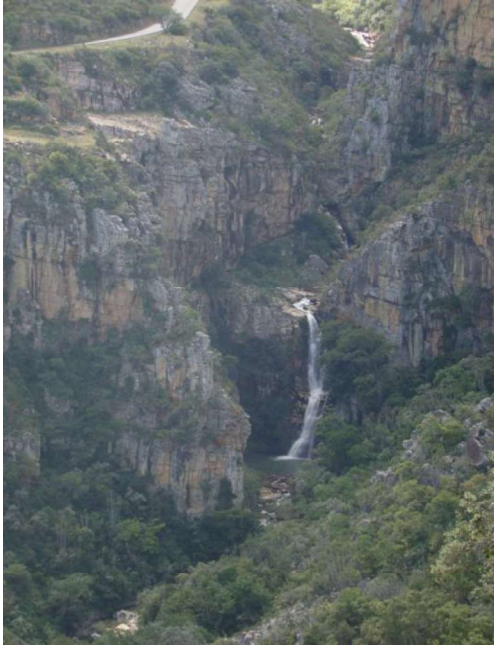


Figura 41 - Cascata da Serra da Leba, por onde se precipita o Rio Sondjo

A norte, distinguem-se as silhuetas do bordo do planalto da Huíla, com os seus topos quartzíticos, de paredes nuas, abruptas e retalhadas por fendas e diáclases. Abaixo do topo, e até à base, afloram granitoides e o perfil da face das encostas altera-se, mostrando-se mais suave e arredondado, coberto por vegetação (39 e 42).

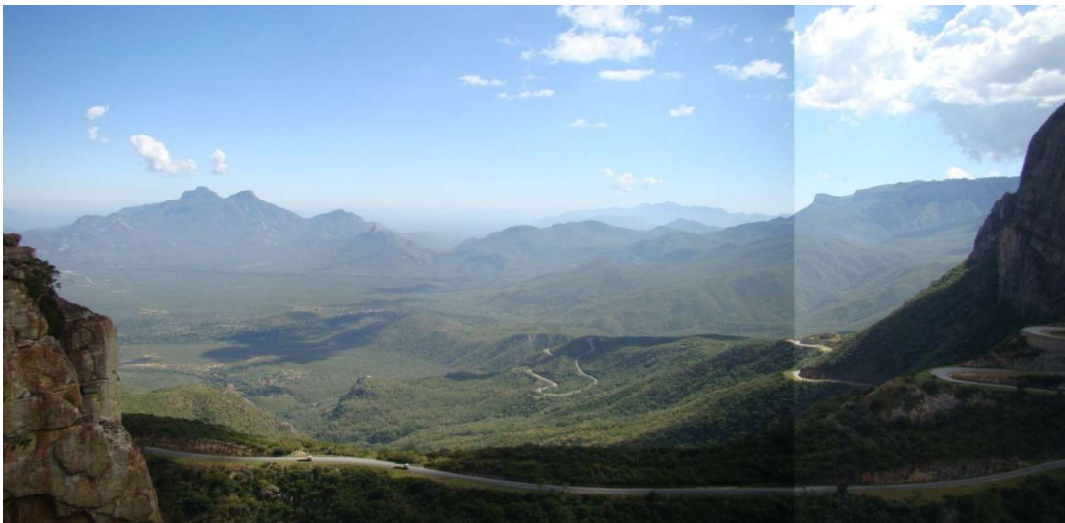


Figura 42 – A peneplanície do Namibe, vista do Miradouro da Leba.

Para noroeste e oeste, situa-se a peneplanície do Namibe, com os seus relevos residuais talhados em granitoides, cobertos de vegetação, alguns deles coroados de quartzitos, que a erosão diferencial faz realçar.

Da extremidade sudoeste do miradouro, avista-se a própria plataforma quartzítica onde este foi construído, rematada por um paredão quartzítico que cai a pique sobre a garganta do rio Sondjo e a peneplanície do Namibe. Neste paredão é possível distinguir as sucessivas superfícies de estratificação (S_0), verticalmente dispostas e ligeiramente basculhadas para sudeste. O seu intenso diaclasamento facilita a desagregação do maciço e a instabilidade da escarpa. A existência de depósitos de vertente e de sopé são testemunhos da frequente queda de blocos.

Para observa/registar:

- O degrau topográfico entre o topo do planalto e as terras baixas a ocidente;

- A erosão diferencial das encostas e a sua relação com a litologia aflorante;

- O tipo de rocha aflorante na escarpa do miradouro;

- A direção dos sistemas de diáclases dominantes na escarpa do miradouro;

- O tipo de meteorização dominante;

- O agente erosivo dominante;

- A influência da estrutura da rocha na meteorização e na instabilidade da escarpa do miradouro.

- A rotação do pendor da estratificação dos quartzitos, que, de sudeste para noroeste, passa de basculhada a vertical.

➤ **Paragem 4 (LP4): 100 m antes da primeira curva da leba**

Coordenadas: 15° 04'18.34''S; 13°14'14.83''E

Altitude: 1642 m

No talude da estrada Lubango-Namibe, cerca de 100m antes do início da primeira curva, afloram quartzitos avermelhados, em camadas verticais, afetados por diaclasamento.

Atitude da estratificação (S_0): N60E;90°;

Atitude do principal sistema de diáclases: N15W;90°

Para observa/registar:

- O tipo de rocha aflorante;
- A atitude da estratificação (S_0) dos quartzitos;
- A direcção do sistema de diáclases dominante

➤ **Paragem 5 (LP5): talude da terceira laçada da estrada**

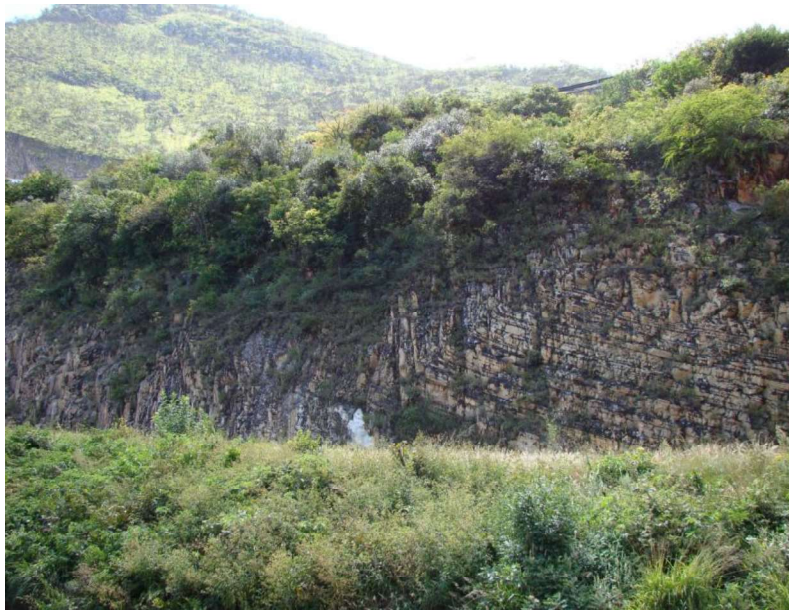
Coordenadas: 15° 04'22.32"S; 13°14'10.74"E

Altitude: 1636 m

No talude da estrada afloram quartzitos de cor esverdeada a acastanhada, dispostos em bancadas decimétricas, afetados por dobra-falha (figuras 43 e 44). De sudeste para noroeste, as camadas de quartzito, de atitude N60E;20SE ficam quase verticais, por cima de uma superfície de rutura de atitude concordante com a estratificação (N60E;20SE). Abaixo da superfície de rutura, a estratificação é vertical.

Olhando no sentido da descida da estrada, avista-se a massa imensa do paredão quartzítico, no topo do qual foi construído o Miradouro da Leba, que cai a pique sobre a garganta do rio Sondjo e a peneplanície do Namibe. Nele se distinguem as sucessivas superfícies de estratificação (S_0), verticalmente dispostas e o intenso diaclasamento que facilita a desagregação e a instabilidade da escarpa (figuras 45-47).

A)



B)



Figura 43 - quartzitos dispostos em bancadas afetadas por deformação frágil-dúctil. A) Representação pictórica; B) Modelo interpretativo.

A)



B)



Figura 44 – Pormenor da estrutura ilustrada na Figura 43. A) Representação pictórica; B) Modelo interpretativo.

Para observa/registar:

- O tipo de rocha aflorante no talude da estrada;
- A direção da estratificação dos quartzitos no talude da estrada;
- A rotação do pendor da estratificação dos quartzitos, que, de sudeste para noroeste, passa de basculhada a vertical.
- A Relação entre a estrutura e a instabilidade da rocha constituinte do paredão do Miradouro da Leba

A)



B)



Figura 45 - Aspeto da encosta abrupta do Miradouro da Leba. A) Representação pictórica; B) Modelo interpretativo.

A)



B)



Figura 46 - O intenso diaclasamento das paredes abruptas do Miradouro da Leba. A) Representação pictórica; B) Modelo interpretativo.

A)



B)

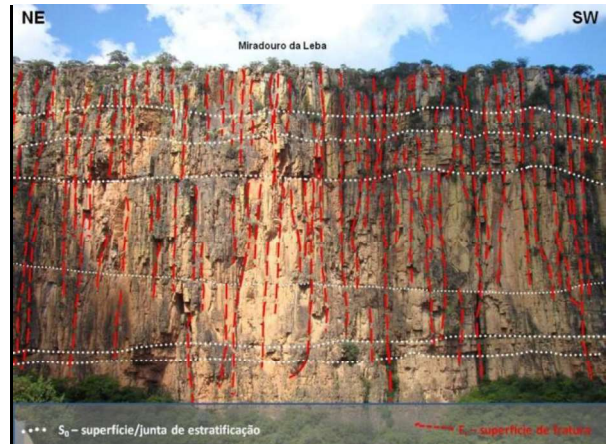


Figura 47- A instabilidade da escarpa do Miradouro da Leba. A) Representação pictórica; B) Modelo interpretativo.

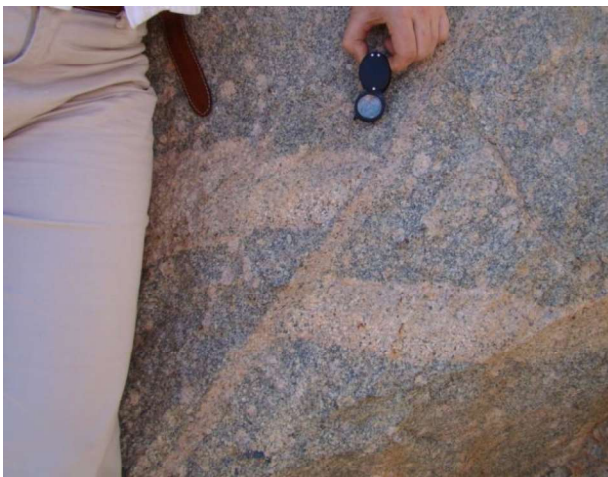
➤ **Paragem 6 (LP6): Falha inversa em granitóides**

Coordenadas: 15°03'27.72"S; 13°14'16.14"E

Altitude: 1347 m

No talude da estrada, a cerca de 4 km da paragem anterior (no sentido do Namibe), aflora granodiorito de grão médio a grosseiro, com fenocristais de ortoclase rósea, atravessado por um filão granítico de grão fino, com cerca de 15 cm de espessura (Figura 48).

A)



B)

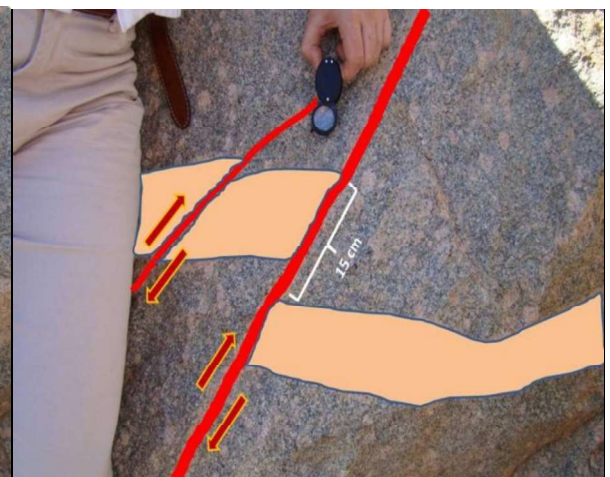


Figura 48— Filão de granito em diorito, cortado por falha inversa.

A rocha está afetada por estruturas resultantes de tectónica compressiva, com destaque para uma falha inversa que rejeita o filão granítico. As fraturas estão preenchidas por feldspato.

Atitude da falha inversa: N30°W; 40°NE;

Valor do rejeito vertical aparente (medido no plano de falha, perpendicularmente à sua direção): cerca de 15 cm

Para observa/registar:

- O tipo de rocha aflorante no talude da estrada;
- A atitude da falha;
- O tipo de falha, de acordo com o movimento relativo dos blocos da falha;
- O rejeito vertical aparente;
- Inferir acerca do tipo de tensões que poderão estar na origem deste tipo de falhas.

➤ **Paragem 7 (LP7): curva dos doleritos.**

Coordenadas: 15°02'59.46''S; 13°14'16.80''E

Altitude: 1278 m

A cerca de 1.5 km da paragem anterior, no talude do lado oriental da estrada, aflora um granito de grão médio a grosseiro, porfiroide, sendo os fenocristais de ortoclase rósea. O granito está cisalhado e é instruído por vários filões de rocha básica de cor negra, de atitude N50W;22S, que preenchem as superfícies de cisalhamento (figuras 49 a 52).



Figura 49 – Enquadramento local do afloramento de granito intruído por filões de rocha básica



Figura 50 - afloramento de granito intruído por filões de rocha básica



Figura 51 – Granito intruído por vários filões de rocha básica (pormenor).



Figura 52 – Megacristais de ortóclase rósea

Para observa/registar:

- O tipo de rocha aflorante no talude da estrada;
- O tipo de rocha constituinte do filão;
- A atitude do filão;
- Os condicionantes estruturais da intrusão;
- A sequência temporal do conjunto de acontecimentos geológicos expostos no afloramento.

➤ **Paragem 8 (LP8):**

Coordenadas: 15°03'23.75"S; 13°13'19.71"E

Altitude: 1278 m

A cerca de 4km da paragem anterior, no sentido do Namibe, no talude ocidental da estrada, é visível o contacto, por cisalhamento, de uma rocha verde escura, de textura afanítica, com um granito de grão médio. Ambas as rochas estão muito cisalhadas. A rocha verde escura, que possui forma sigmoidal, pode ser um milonito do granito (Figura 53).

A)



B)



Figura 53 – Zona de cisalhamento dúctil com milonito. A) Representação pictórica; B) Modelo interpretativo

A)



B)



Figura 54 – Fenda de tração preenchida por calcite. A) Representação pictórica; B) Modelo interpretativo

O contacto tem atitude N50°W;70°SW.

Os principais cisalhamentos têm atitudes N50°W;70°SW, N70°E;31°S, E-W;28°N e N50°E;36°N. Estes planos são identificados por superfícies lisas onde há um mineral verde escuro, tipo anfíbola ou clorite, ou por calcite. Estas últimas estão a preencher fendas de tração dispostas em escadaria (“*en échelon*”) (figuras 53 e 54), que constituem critérios para a identificação do sentido do movimento entre os blocos da falha.

Numa das superfícies E-W; 28°S, há estrias de fricção paralelas à direção da superfície (Figura 55).



Figura 55 – Plano de cisalhamento contendo estrias.

Para observa/registar:

- Os tipos de rochas aflorantes no talude da estrada;
- A atitude dos diversos planos de cisalhamento;
- A disposição em escadaria das fendas de tração preenchidas por calcite;
- A existência de estrias de fricção e a sua direção; a direção do movimento é paralela à direção das estrias.

3. Construção de recursos para uma aula de campo

Para que se realize o trabalho ou aula de campo, é necessário que se cumpra o modelo de Órion, (2001). Assim são sugeridas as seguintes etapas:

Recursos para a aula de preparação

-Recursos necessários:

- Guia da Aula de Campo e respetivo material inerente à sua realização
- Grelha de observação da Aula de Campo.
- Transporte rodoviário.

-Um documento em *PPoint* para a aula de preparação

-Informar os alunos acerca do acesso, clima, materiais necessários

-Construir miniposters para levar para o campo

-Os mini Poster para este trabalho encontram-se em anexo, onde ilustramos as imagens das área propostas para o estudo com respetivas interpretações.

Em todos os recursos, incluir questões (algumas serão respondidas mais tarde)

Caderno de campo

O caderno para atividades de campo, encontra-se na página seguintes, com as informações necessárias para a realização de uma aula no exterior da sala.

Nele foram definidos:

- Introdução com objetivos
- Indicação das paragens, com imagens e com questões, para resolver durante a aula

Recursos para aulas de síntese

Conhecimentos prévios para que o aluno possa realizar a atividade

- Conhecer e identificar as características gerais dos três grandes grupos de rochas.
- Ter presente a gênese dos três grandes grupos de rochas.
- Reconhecer a ação dos agentes internos na deformação das rochas
- Reconhecer a ação dos agentes erosivos nas rochas.
- Identificar paisagens geológicas.
- Ler e interpretar mapas e escalas.
- Conhecer a geologia geral do percurso.
- Saber ser e estar em ambiente exterior à sala de aula.
- Reconhecer a importância de preservar o património natural e construído.

Documento, em PPoint, para efetuar a síntese do trabalho.

Devem ser respondidas todas as questões durante o processo.

3.1. Fichas de trabalho

Esta aula de campo destina-se a alunos de 12^a classe do curso de Ciências Físicas e Biológicas

Objetivos: estão devidamente esclarecidos na introdução a este trabalho, conforme o programa de Geologia estabelecido para estas classes.

Caderno de Campo para o trajeto da Tundavala

Paragem 1: Em frente ao “Morro do Castelo”

Coordenadas: 14° 52'3,64''S; 13°26'59,86''E

Altitude: cerca de 1890 m (medido indiretamente)

Do lado direito da estrada, no sentido ascendente, observam-se colinas de granitoides, de topo arredondado, com caos de blocos esferoidais. Os blocos, do topo da colina mais próxima, parecem torres de um castelo em ruínas (figura T1).

- Para observar/registar/ interpretar:

- Maciços;
- Estruturas dominante;
- Meteorização dominante;
- Influência das estruturas do maciço na meteorização.

(figura T1).

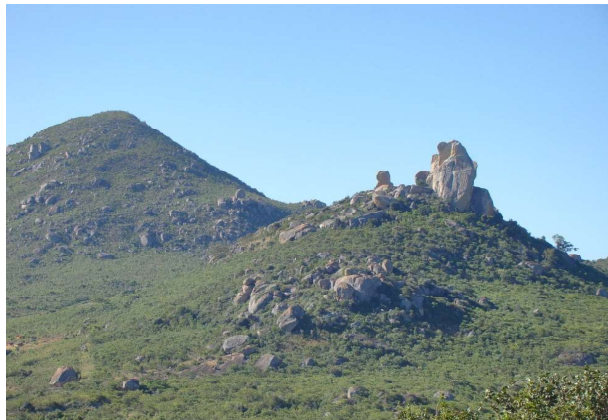


Figura 7 - afloramento de rocha granítica com caos de blocos esferoidais

1. Observe o afloramento e responda às perguntas de 1.1 a 1.3 (identifique as afirmações como verdadeiras, V, ou falsas, F):

1.1 - As rochas, em afloramento, são

___ Magmáticas vulcânicas

___ Sedimentares clásticas

___ Metamórficas de contato

___ Magmáticas plutônicas

1.2 – As estruturas dominantes são:

___ Diáclases

___ Dobras

___ Alinhamento de minerais

___ Falhas

1.3 – O tipo de meteorização dominante e/ou as geoformas resultantes são:

___ Presença de caos de blocos esferoidais

___ Meteorização química

___ Presença de blocos com arestas acentuadas

___ Presença de estruturas tipo chaminé de fada.

2 – Observe, com atenção, o afloramento e faça um esquema (devidamente legendado e à escala), no espaço abaixo (Figura 7-Esquema) .

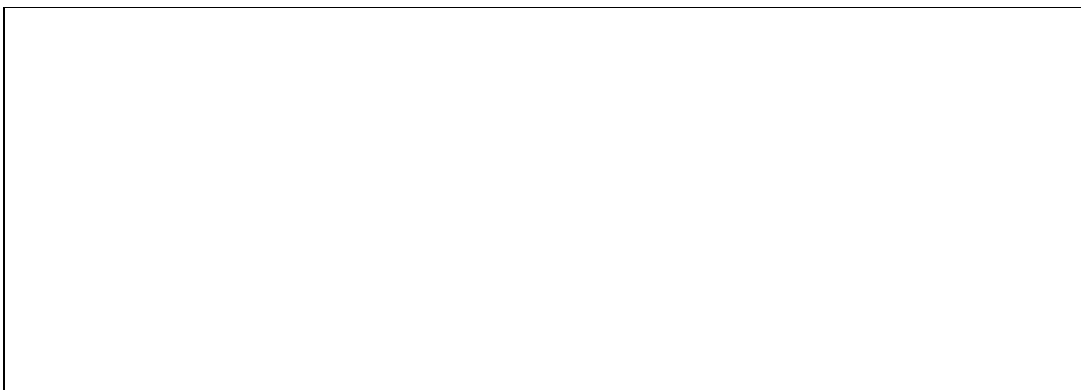


Figura 7-Esquema – Esquema das observações efetuadas na paragem 1

3 – Escreva 2 frases concisas sobre a aprendizagem realizada nesta paragem:

3.1 – Exemplo: Aprendemos a medir direções com a bússola de geólogo. Por exemplo as direções das diáclases, medidas no afloramento, foram N30°W e N20°E, ambos verticais

3.2

Paragem 2: Junto à capelinha da Igreja Católica

Coordenadas: 14°50'52.6"S; 13°26'34.85" E

Altitude: 1948 m

Na berma direita da estrada, podem observar-se rochas granitoides (provavelmente, monzonitos), em largo afloramento, sobranceiro à estrada. No topo aplanado do afloramento observam-se dois sistemas sistemáticos de diáclases, com direções N30°W e N20°E, ambos verticais (figura T2-b,c).

No talude é visível a separação da rocha segundo superfícies planas, subhorizontais – pseudoestratificação (fazendo lembrar bancadas de rochas sedimentares). Este diaclasamento, paralelo à superfície, favorece a alteração do maciço até se converter em solo.

Observa-se sistema de falhas translacionais direitas, de direção N50°W (figura T2-d).

Para observar/registar/interpretar:

- Estrutura do maciço
- Direcção dos sistemas dominantes de diáclases;

- Meteorização dominante;
- Influência da estrutura na meteorização;
- Identificação de fraturas (falhas e diáclases) e coordenadas geológicas;
- Sentido do movimento ao longo dos planos de falha.



Figura 8 – Sistema de diáclases a afetar o topo do afloramento de rocha granitoide.



Figura 9 – Granitóide com esfoliação subhorizontal e diaclasamento subvertical de direcção N50°W



Figura 10 - Falha translacional direita de direcção N50°W.

1 - Observe o afloramento e responda às perguntas de 1.1 a 1.3 (classifique as afirmações como verdadeiras, V, ou falsas, F):

1.1 - As estruturas, em afloramento, são

Fraturas

Falhas

Diáclases

Alinhamento de megacristais

1.2 – As estruturas dominantes são:

Diáclases

Dobras

Alinhamento de minerais

Falhas

1.3 – O tipo de meteorização dominante e/ou as geoformas resultantes são:

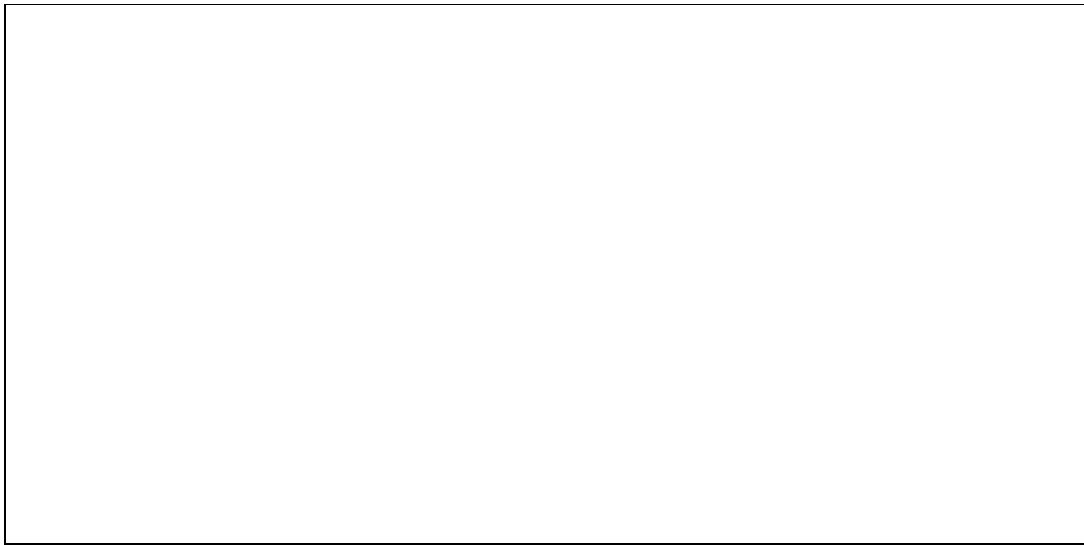
Não é visível qualquer efeito de meteorização;

Meteorização química;

Presença de blocos com arestas acentuadas;

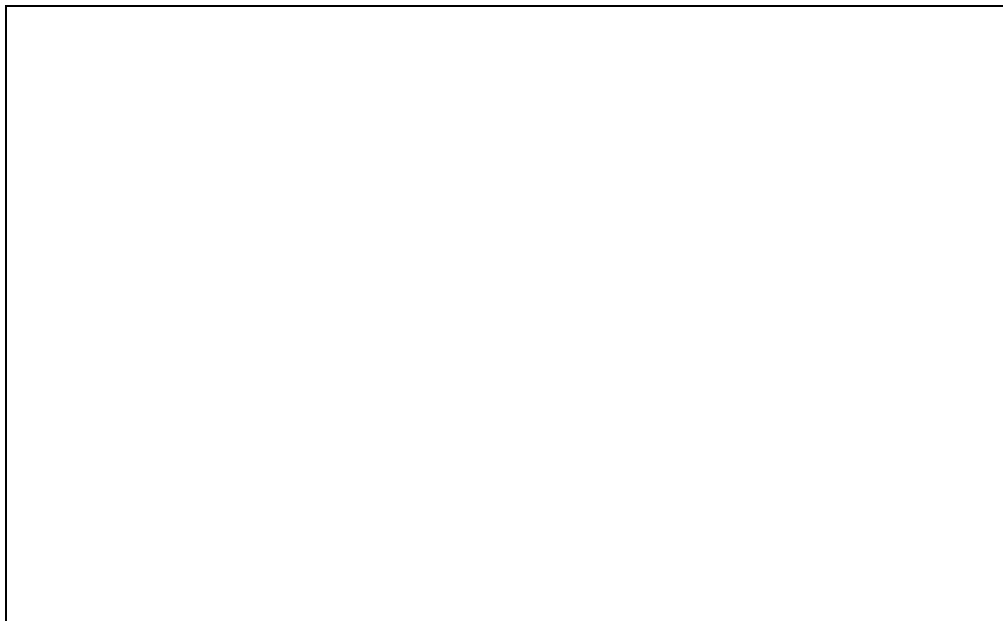
Presença de estruturas tipo chaminé de fada.

2 – Observe, com atenção, o afloramento (figuras 8 e 9) e faça um esquema (devidamente legendado e à escala), no espaço da figura.



Figuras 8 e 9-Esquema – Esquema das observações efetuadas na paragem 2

3 - Ilustre a direção dos sistemas de diáclases e os sentidos dos movimentos do plano de falha no quadro.



Figuras 9 e 10-Esquema - Esquema das observações efetuadas na paragem 2

4 – Escreva 2 frases concisas sobre a aprendizagem realizada nesta paragem:

4.1. _____

4.2. _____

Paragem 3: Sobranceiro à barragem de terra da Tundavala (Mapunda)

Coordenadas: 14°50'38'' S; 13°25'55'' E

Altitude: 2020 m

Observação da paisagem (figura 11)

1º Plano: barragem de terra da Tundavala no rio Mapunda e respetiva albufeira (figura 11)

2º Plano (plano de fundo): encostas do Planalto da Humpata, com o topo do quartzítico, de paredes nuas, abruptas e retalhadas por fendas e diáclases. Abaixo do topo, e até à base, afloram granitoides e o perfil da face das encostas altera-se, mostrando-se mais suave e arredondado, coberto por vegetação e salpicado por caos de blocos. Em alguns locais há exploração de granitoides, testemunhada pelas frentes de desmonte) (figura 11).

Para observar/registar/interpretar:

- Erosão diferencial das encostas e a sua relação com a litologia aflorante;
- Exploração de georrecursos: recursos hídricos e recursos não metálico (granitoides)



Figura 11 - Barragem de terra da Tundavala e paisagem ao seu redor

Paragem 4: Estação de captação e tratamento da água da Tundavala

O sistema aquífero da Tundavala tem os seus pontos de recarga localizados no topo do planalto da Humpata.

1- De forma clara, responda as questões que se seguem, classificando as afirmações verdadeira, V, ou falsa, F:

1.1- A água infiltra-se:

_____pelos blocos do topo de colinas

_____pelas camadas rochosas consistente

_____nos maciços quartzíticos, através das diáclases e fracturas.

1.2- A infiltração da rede de diáclases e fracturas dos quartzitos na recarga do sistema aquífero é:

_____a penetração das águas

_____a degradação dos granitos

_____a infiltração do ar;

1.3- Estruturas dominantes na zona de recargas são:

_____ diáclases e fracturas,
_____ dobras,
_____ alinhamento de minerais

2- De forma resumida fale sobre a protecção nas zonas de recarga.

Paragem 5: entrada do Parque da Tundavala, junto à rocha com figura de um pássaro (Pássaro da Tundavala):

Do lado esquerdo da estrada, observa-se um afloramento de rocha quartzítica naturalmente esculpida na forma de um pássaro (Pássaro da Tundavala; Figura 17).

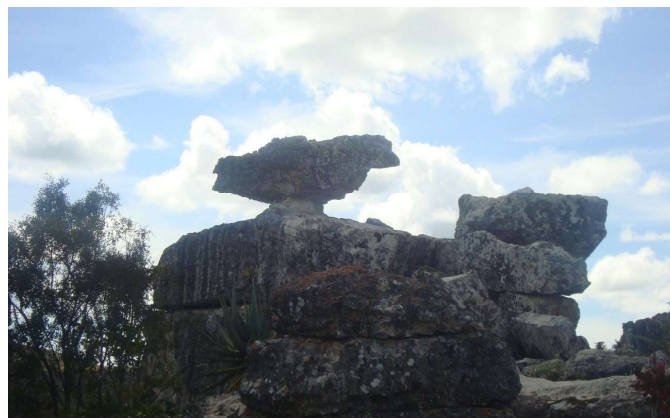


Figura 17 - afloramento de rocha quartzítica naturalmente esculpida na figura de um pássaro (Pássaro da Tundavala)

1. Depois da observação, refira:
 - 1.1. tipo de meteorização dominante.

1.2. A importância da estrutura da rocha na sua desagregação

2. Utilizando o aparelho GPS, determine as coordenadas geográficas deste local.

Paragem 6: depressão no terreno, do lado direito da estrada no sentido do miradouro:



Figura 2 - blocos retalhados, com alteração esferoidal intensa



Figura 23 – Clastos de granito e de quartzo leitoso destacam-se na superfície do afloramento. A tampa azul da caneta indica o Norte.

1. Afloramento tabular, *in situ*, diaclasado, de cor vermelho “borra de vinho”. A observação cuidada da sua superfície permite reconhecer que a rocha original seria um conglomerado, de grão médio a grosseiro, essencialmente constituído por clastos de granito. Determine:

a) Tipo de rocha aflorante;

b) Tipo de meteorização dominante;

c) Agente erosivo dominante;

2. Observe e faça um esquema do afloramento (Figura 22), determinando as direcções das diáclases.

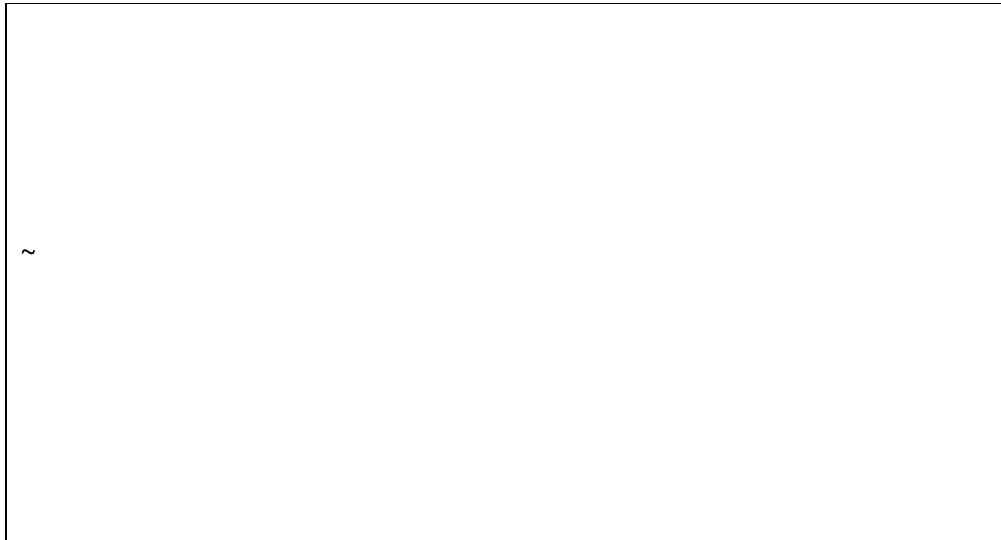


Figura 22-Esquema - Esquema das observações efetuadas

3. Determine, sinalizando as afirmações verdadeira, V, e falsa, F (figura 23).

A rocha original com conglomerado, é constituído essencialmente por:

_____grão grosseiros;

_____grão médio a grosseiro;

_____grão fino;

Paragem 7: Miradouro da Tundavala

O miradouro da Tundavala localiza-se no bordo sul da Fenda da Tundavala e contem diversos pontos de observação.



Figura 27 – As cristas rochosas serpenteantes da Bibala

1. Ponto de observação mais ocidental; diga os significados das cristas rochosas que atravessam a peneplanície em baixo (Figura 27).

2. Olhando para leste (Figura 29), observa-se a porção superior da parede norte da Fenda da Tundavala, marcada pela fracturação.

3. Determine o tipo de rocha aflorante;

4. Como se apresentam as rochas;



Figura 29 - Porção superior da parede norte da Fenda da Tundavala, marcada pela fracturação.

5. Observe e faça um esquema da imagem (Figura 29), realçando a estratificação, a fraturação e os degraus topográficos.

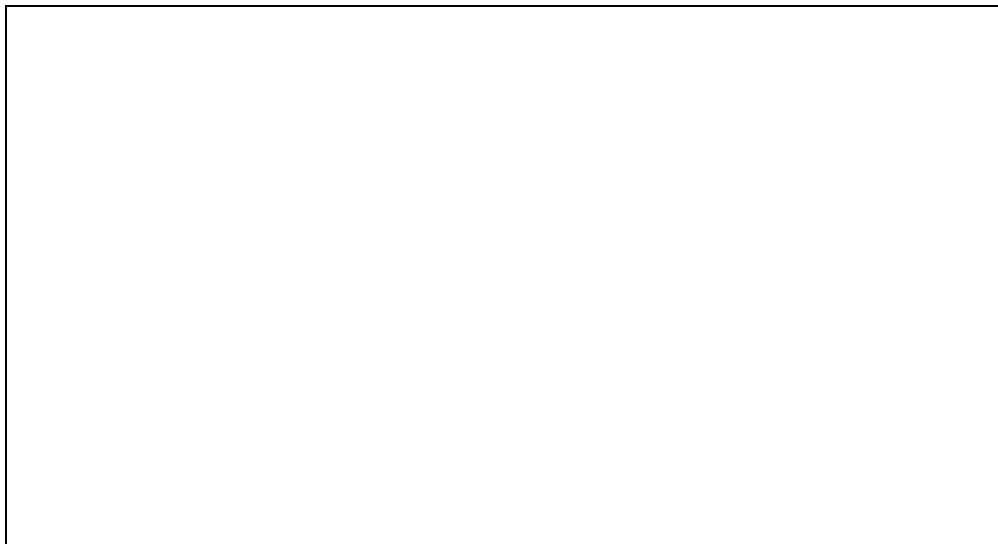


Figura 29-Esquema - Esquema das observações efetuadas

Caderno de campo para o trajeto da Estrada da Leba

➤ **Paragem 1 (LP1): planalto da Humpata; pequena exploração de inerte abandonada, do lado esquerdo da estrada (sentido do Namibe)**

Coordenadas: 15°5'20.78"S; 13°18'19.18"E

Altitude: 1843 m

Do lado esquerdo da estrada (no sentido do Namibe), e a cerca de 20 m desta, situa-se uma pequena exploração artesanal de inertes. As depressões deixadas no terreno ficam sazonalmente ocupadas por charcos de água lamacenta. Neste local, afloram calcários margosos, de cor castanha clara, em bancadinhas de espessura centimétrica (figura 32). No extremo sudoeste da frente de desmorte, que tem direção NE-SW e cerca de 1,5-2 m de altura, os calcários mostram-se afetados por dobras assimétricas, com vergência (sentido de inclinação da dobra, quando vista de perfil) para SW, e eixo mergulhante para sul (figura 33).



Figura 32 – afloramento de calcários margosos da Formação da Leba



Figura 33 – dobras nos calcários margosos da Formação da Leba

1. Observe o afloramento e responda às perguntas de 1.1 a 1.4 (identifique as afirmações como verdadeiras, V, ou falsas, F):

1.1 - As rochas, em afloramento, são:

_____ Quartzitos

_____ Rochas sedimentares

_____ Calcários margosos

_____ Granitos plutónicos

1.2 – As estruturas dominantes são:

___ Diáclases

___ Dobras assimétricas

___ Falhas

1.3 – As rochas apresentam cor:

_____ Ferruginoso

_____ Castanho claro

_____ Castanho escuro

1.4 – O instrumento utilizados para medir o sentido de inclinação das dobras é:

_____ GPS

_____ Mapa topográfico

_____ Bússola de geólogo

2 – Observe a figura 23 e faça a sua esquematização:

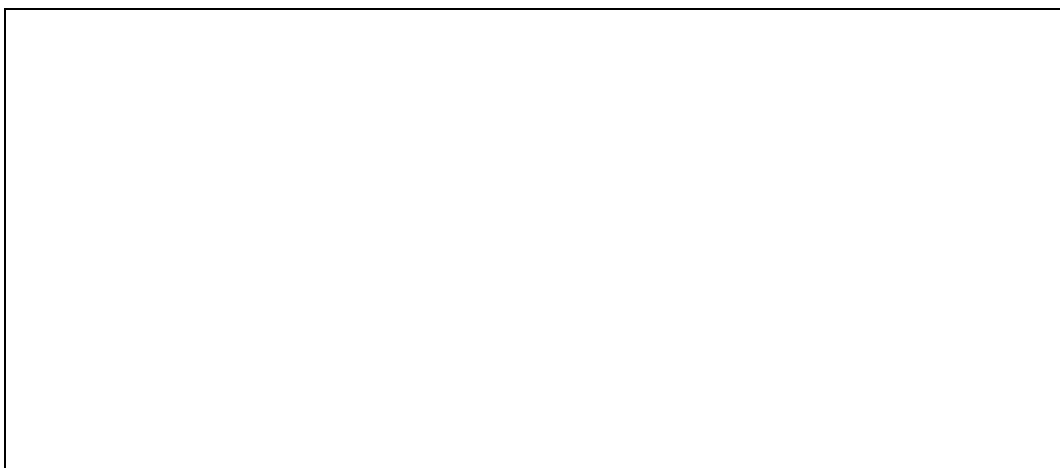


Figura 33-Esquema - Esquema das observações efetuadas

➤ **Paragem 2 (LP2): Forno de cal da Leba**

Coordenadas: 15°05'0.30"S; 13°15'32.34"E

Altitude: 1763 m

Neste local erguem-se as ruínas de um antigo forno de cal. Espalhados pelo solo, encontram-se blocos de brecha calcária, alguns deles medindo cerca de 1 m de comprimento, constituídos por fragmentos de estromatólito, unidos por cimento calcítico. Alguns deles mostram sinais de dissolução (figura 37). Também é possível encontrar alguns blocos de quartzito vermelho, com mais de 1 m de comprimento, exibindo marcas de ondulação (“ripple marks” assimétricos) numa das faces (Figura 38).



Figura 37 – Brecha calcária contendo fragmentos de estromatólito, afetada por carcificação.



Figura 38 – Blocos de quartzito vermelho exibindo faces com marcas de ondulação ‘‘ripple marks’

1 - Observe o afloramento e responda às perguntas de 1.1 a 1.2 (classifique as afirmações como verdadeiras, V, ou falsas, F):

1.1 - As rochas, em afloramento, são:

_____ Rochas Metamórficas

_____ Calcários e quartzitos vermelhos

_____ Granitos Vulcânicos

1.2 – As rochas apresentam:

_____ Marcas de ondulação (“ripple marks” assimétricos)

_____ Falhas

_____ Brecha calcária,

2- A observação cuidada das figuras 37 e 38, permite reconhecer as rochas e o tipo de meteorização frequente. Determine:

d) As coordenadas geográficas da área, com ajuda do GPS.

e) Tipo de meteorização dominante;

f) Agente erosivo dominante;

➤ **Paragem 3 (LP3): Miradouro da Serra da Leba**

Coordenadas: 15°04'36.45" S; 13°14'5.16 E

Altitude: 1680 m

Situado na face noroeste da escarpa quartzítica da Leba, o miradouro da Serra da Leba permite uma visão privilegiada da estrada da Leba, com a sua peculiar forma de serpente, e de todo o cenário natural envolvente (figuras 39, 40 e 42).



Figura 39 – Estrada da Leba, vista do miradouro da Serra da Leba



Figura 40 – Garganta do Rio Sondjo e as encostas abruptas do Miradouro da Leba, vistos do Miradouro.



Figura 42 – A peneplanície do Namibe, vista do Miradouro da Leba

Para observa/registar:

- O degrau topográfico entre o topo do planalto e as terras baixas a ocidente;

- A erosão diferencial das encostas e a sua relação com a litologia aflorante;

- O tipo de rocha aflorante na escarpa do miradouro;

- A direção dos sistemas de diáclases dominantes na escarpa do miradouro;

- O tipo de meteorização dominante;

- O agente erosivo dominante;

- A influência da estrutura da rocha na meteorização e na instabilidade da escarpa do miradouro.

1 - Observe o afloramento e responda às perguntas de 1.1 a 1.3 (classifique as afirmações como verdadeiras, V, ou falsas, F):

1.1 - As rochas, em afloramento, são:

_____ Rochas Metamórficas

_____ Calcários e quartzitos vermelhos

_____ Granitos na base

1.2 – A estrutura rochosa apresenta:

_____ Dobras

_____ Estratificação dos quartzitos na superfície

_____ Brechas calcárias

1.3 – O agente erosivo dominante é:

_____ O vento

_____ A água

_____ O gelo

2. Observa cuidadosamente a figura 39 e faça a sua esquematização



Figura 39-Esquema - Esquema das observações efetuadas

➤ **Paragem 5 (LP5): talude da terceira laçada da estrada**

Coordenadas: 15º 04'22.32"S; 13º14'10.74"E

Altitude: 1636 m

No talude da estrada afloram quartzitos de cor esverdeada a acastanhada, dispostos em bancadas decimétricas, afetados por dobra-falha (figuras 43 e 44). De sudeste para noroeste, as camadas de quartzito, de atitude N60E;20SE ficam quase verticais, por cima de uma superfície de rutura de atitude concordante com a estratificação (N60E;20SE). Abaixo da superfície de rutura, a estratificação é vertical.



Figura 43 - Quartzitos dispostos em bancadas afetadas por deformação frágil-dúctil



Figura 44 – Pormenor da estrutura ilustrada na Figura 43

1. Faça a observação das figuras 43 e 44

a) Determine o tipo de rocha aflorante;

b) Determine a direção das camadas ao longo do talude.

c) Como se apresenta a rocha;

d) Observe e faça um esquema da Figura 44.



Figura 44-Esquema - Esquema das observações efetuadas

➤ **Paragem 6 (LP6): Falha inversa em granitóides**

Coordenadas: 15°03'27.72''S; 13°14'16.14''E

Altitude: 1347 m

No talude da estrada, a cerca de 4 km da paragem anterior (no sentido do Namibe), aflora granodiorito de grão médio a grosseiro, com fenocristais de ortoclase rósea, atravessado por um filão granítico de grão fino, com cerca de

15 cm de espessura. A rocha está afetada por estruturas resultantes de tectónica compressiva, com destaque para uma falha inversa que rejeita o filão granítico. As fraturas estão preenchidas por feldspato (Figura 48).

Atitude da falha inversa: N30°W; 40°NE;



Figura 48 - filão granítico em diorito, afetado por falha inversa.

1 - Observe o afloramento e responda às perguntas de 1.1 a 1.2 (classifique as afirmações como verdadeiras, V, ou falsas, F):

1.1 – O tipo de rocha em afloramento, é:

- _____ Granitos vulcânicos
- _____ Rochas metamórficas
- _____ Sedimentares
- _____ Granodiorito de grão medio a grosseiro

1.2 – A rocha está afectada por:

- _____ Carcificação
- _____ Dobras
- _____ Falha inversa
- _____ Um filão

2.Observe a figura 48 e faça a sua esquematização

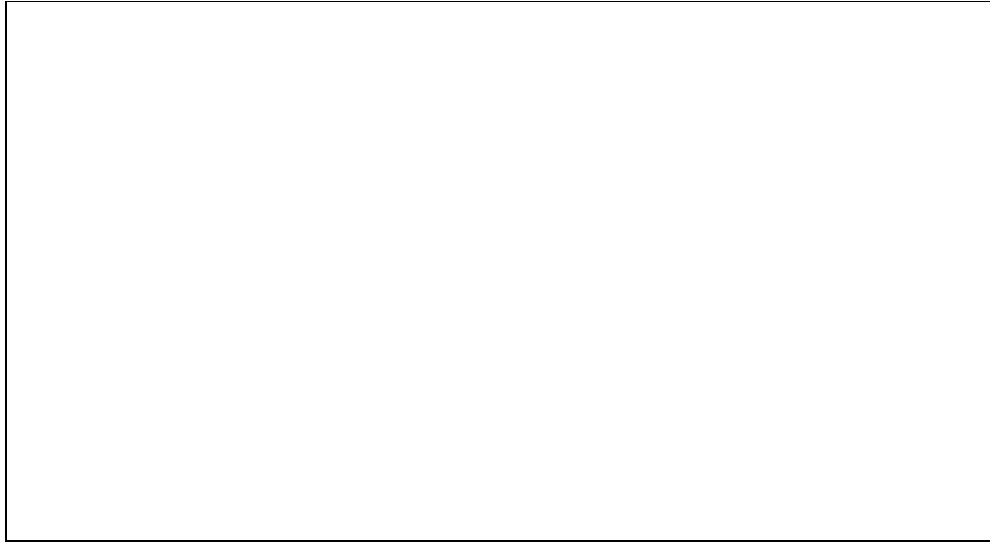


Figura 48-Esquema - Esquema das observações efetuadas

3. Determine a direção da falha inversa.

➤ **Paragem 7 (LP7): curva dos doleritos.**

Coordenadas: 15°02'59.46''S; 13°14'16.80''E

Altitude: 1278 m

A cerca de 1.5 km da paragem anterior, no talude do lado oriental da estrada, aflora um granito de grão médio a grosseiro, porfiroide, sendo os fenocristais de ortoclase rósea. O granito está cisalhado e é instruído por vários filões de rocha básica de cor negra, de atitude N50W;22S, que preenchem as superfícies de cisalhamento (Figura 51).

1- Determine a localização geográfica da rocha com ajuda do GPS.

2- Indique altitude da foliação da rocha encaixante e dos filões



Figura 51 – Granito intruído por vários filões de rocha básica (pormenor).

3 - Observe o afloramento e responda às perguntas de 3.1 a 3.2 (classifique as afirmações como verdadeiras, V, ou falsas, F):

3.1– O tipo de rocha em afloramento, é:

_____ Granitos com fenocristais de ortóclase rósea

_____ Rochas metamórficas

_____ Granodiorito de grão medio a grosseiro

3.2- Os filões são:

_____ Mais antigos que a rocha encaixante

_____ Rochas afaníticas

_____ Mais recentes que a rocha encaixante

➤ **Paragem 8 (LP8): Talude ocidental da estrada (Leba)**

Coordenadas: 15°03'23.75"S; 13°13'19.71"E

Altitude: 1278 m

A cerca de 4km da paragem anterior, no sentido do Namibe, no talude ocidental da estrada, é visível o contacto, por cisalhamento, de uma rocha verde escura, de textura afanítica, com um granito de grão médio. Ambas as rochas estão muito cisalhadas. A rocha verde escura, que possui forma sigmoidal, pode ser um milonito do granito (Figura 53).

O contacto tem atitude N50°W;70°SW.



Figura 53 – Zona de cisalhamento dúctil com milonito

1 - Observe o afloramento e responda às perguntas de 1.1 a 1.2 (classifique as afirmações como verdadeiras, V, ou falsas, F):

1.1– A rocha em afloramento, é:

_____ Um Granito com fenocristais de ortóclase rósea

_____ Uma rochas metamórfica

_____ Um granito milonítico

1.2- A figura 53 apresenta:

_____ Uma rocha de grão médio

_____ Uma rocha de grão Fino

_____ uma zona de cisalhamento dúctil

2-Observe a figura 54 e represente a sua esquematização, indicando o sentido dos movimentos entre blocos.



Figura 53-Esquema - Esquema das observações efetuadas



Figura 54 – Fenda de tração preenchida por calcite

Determine a localização da Figura 54, geograficamente.

1- Faça a determinação de atitude dos diversos planos de cisalhamento.

2- Observe a figura 54 e faça a sua esquematização, indicando o sentido dos movimentos entre blocos.

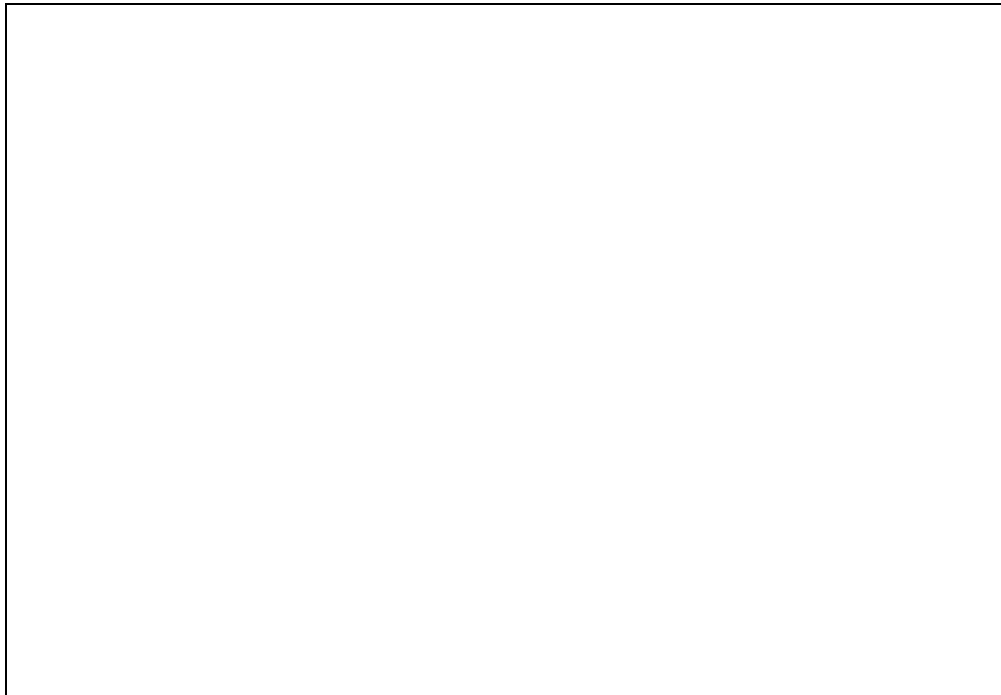


Figura 54-Esquema - Esquema das observações efetuadas

.

Conclusões

Neste trabalho de dissertação de mestrado, o objetivo principal foi construir recursos para aulas de campo nas regiões da Fenda da Tundavala e da Estrada da Leba, localizadas na Serra da Leba, Angola. Os objetivos específicos foram salientar, de acordo com o programa de Geologia da 12ª classe, de aspetos como: 1) paisagens; 2) afloramentos; 3) litologias; 4) estruturas; e 5) recursos.

No sentido de atingir os objetivos, foram construídos e validados (pelos orientadores do trabalho) recursos para aulas de campo na região da Serra da Leba, Angola.

A dissertação refletiu-se: 1) na utilização de bibliografia e de cartas geológicas; 2) no trabalho de campo, desenvolvido em consonância com as orientações didáticas-pedagógicas; 3) trabalhos de interpretação; e 4) criação de modelos com base na interpretação.

Foram seleccionados 15 locais, distribuídos por duas áreas: 7 e 8 paragens para o Trajeto Tundavala e para o Trajeto Estrada da Leba, respetivamente. Cada professor terá liberdade de organizar as suas aulas com os recursos agora propostos. É de salientar, também, que, independentemente das áreas seleccionadas, durante o percurso, podem-se observar outros afloramentos que podem chamar atenção aos estudantes.

Para cada uma das estações, procedeu-se a trabalhos de observação e interpretação dos resultados dos processos da geodinâmica interna e externa das alterações. Foram efetuados trabalhos de recolha de imagens ou seja, produção de representações pictóricas.

Depois dos trabalhos de campo, foram efetuadas as interpretações das imagens e criação de modelos. Estes modelos foram usados na construção dos recursos.

Os recursos construídos para aulas de campo foram: um documento em PowerPoint, um caderno ou ficha de campo com conceitos teóricos previamente estabelecidos, um conjunto de mini-posters.

Proposta a utilizar em aulas de campo

Sugere-se que a planificação do trabalho de campo siga as orientações do modelo de Órion (1989,1993 e 2001). Como foi referido anteriormente, na planificação e na construção de recursos, foram seguidas III fases:

- I – De preparação** (Pré-viagem - a decorrer antes da aula de campo e em contexto sala de aula);
- II - Aula de campo** (fase de execução no campo com os alunos nas devidas ares seleccionadas);
- III - De síntese** (Pós-viagem - a decorrer após a aula de campo).

Este conjunto de ações terá como objetivo familiarizar o aluno com o espaço da aula de campo e o conteúdo visto na sala de aulas. Propõe-se que as respostas dos alunos ao guia de aula de campo e a grelha de observação de aula sejam classificadas e contabilizadas conjuntamente, para a avaliação sumativa da disciplina. Os alunos devem ser informados dos riscos da viagem bem como a conservação do património geológico.

Em trabalhos futuros, no âmbito da Educação Científica, estes recursos poderão contribuir para melhorar o ensino e a aprendizagem das ciências e dos conteúdos das geociências, em particular. Pretendemos que com este trabalho possamos alcançar os objetivos principais da Educação em Ciências. Ao longo deste trabalho, ilustramos uma boa forma para construir recursos para práticas de exterior, pensados para alunos da 12^a classe do II ciclo e ciências físicas biológicas. Pretende-se contribuir para o ensino e para uma aprendizagem significativa (no sentido de Ausubel, e.g. Ausubel, 1982, 2000)., em Geociências. Vocacionar os docentes na implementação deste tipo de ensino, através da (re)construção de recursos e de instrumentos para aulas de campo poderá vir a ser um objetivo a propor em próximos trabalhos.

Referências bibliográficas:

- Andrade, G. P. (1991) – Ensino da Geologia: Tema Didáticos, Universidade Aberta, Lisboa, 75p.
- Ausubel, D. P.(1982). A aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel. São Paulo: Moraes.
- Ausubel, D.P. (2000). The acquisition and retention of knowledge. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Brilha, J., Gomes, M. A. & Alfama, V. (2008) – Guia geoturístico da ilha do Fogo, Cabo Verde.
- Batista, R. S. & Edson, (2010) – Caracterização Hidrológica e Medidas de Protecção das captações da Bombagem e da Tundavala, Lubango, Angola.
- Correia, H. (1976) – “ O grupo Chela e a Formação Leba como novas unidades litoestratigráficas resultantes da redefinição da Formação da Chela na região do planalto da Humpata (SW de Angola) ”, Boletim da Sociedade Geológica de Portugal, 20, Lisboa.
- Pinto, M. O. & GRAÇA., M. (2005) – O Trabalho de Campo no Ensino da Geologia um caso de aplicação na Serra da Estrela.
- Cruz, I.T. A. (2011) – Erosão de solos no Lubango, Angola.
- Campiani, M. e Carneiro, C. (1996) – The didactic role played by geological excursions. In international conference on geolcience Education training Southampton university, geoscience Education and training in schooes and universities, for industry and public awareness. Edit. Stow e Mccal, A.A. Balkema, Rotterdam, p. 233 – 240.

- Carvalho, H., (1983) - Notice explicative préliminaire sur la géologie d'Angola. *Instituto de Investigação Tropical, Sér. Géol.* Lisboa, 6, p. 15-30.
- Carvalho, H., (1993) - The Precambrian of SW Angola and NW Namíbia. *Com. Inst. Inv. Cient. Tropical*, Lisboa, 4, 38p.
- Delor, C., Theveniaut, H., Cage, M., Pato, D., Lafon, J.-M., Bialkowski, A., Rooig, J.-Y., Neto, A., Cavongo, M. e Sergeev, S., (2008) - New insights into the Precambrian geology of Angola: basis for an updated lithochronological framework at 1:2000000 scale. 22nd Colloquium of African geology. Hammamet –Tunisia, p. 52-53.
- Ferreira da Silva, A., (2009) - A geologia da República de Angola desde o Paleoarcaico ao Paleozóico Inferior. *Boletim de Minas*, 44, p. 99-162.
- Fortuna, C. R. (2011) – Breve história da Serra da Leba. http://club-k.net/index.php?option=com_content&view=article&id=7671:um-pedaco-da-historia-da-serra-da-leba-claudio-ramos-fortuna&catid=17:opinioao&Itemid=38. (consultado em 11-05-2013)
- Google Earth, (2013). <http://earth.google.com> (consultado em 31/07/2013).
- Henriques, M.H., Tavares, A.O., Bala, A.L.M. (2013). The Geological Heritage of Tundavala (Angola): an integrated approach to its characterization. *African Earth Sciences*, 88, 62-71.
- Lopes, F. C., Mantas, V., Pereira, A. & Mepengo, H. (2012). Caracterização morfoestrutural do Bordo Ocidental do Planalto da Humpata (SW de Angola) com recurso a técnicas de deteção remota. In: Lopes, F. C., Andrade, A. I., Henriques, M. H., Quinta-Ferreira, M., Barata, M. T. & Pena dos Reis, R. (Coords). Para Conhecer a Terra. Memórias e Notícias de Geociências no espaço Lusófono. Imprensa da Universidade de Coimbra, Cap. 5, 49-58 (ISBN: 978-989-26-0511-1)

- Marques ,L.,Praia, J. e Trindade, V. (2001) - Situação da educação em Geociências em Portugal: Um confronto com a Investigação didática. in Luís Marques e João Praia (coord.), *Geociências nos Currículos dos Ensino Básicos e secundários*. Universidade de Aveiro, 16-18.
- Matias, D. N., (1980) - Carta Geológica de Angola à escala 1:1000000 (folha 3). Instituto Geográfico Cadastral.
- Órion, N. (1991) – the Meaburrement of students' Attituds scientific Field Trips. In science Education, 75,pp.513 - 522
- Órion, N. (1993) – A Model for the development and implementation of filld trips as an integral part of the science curriculum. In school Science and Mathematics, 93 (6), pp. 325 – 300.
- Órion, N. (2001) – A educação em ciências da Terra. Da teoria à prática – implementação de novas estratégias de ensino em diferentes ambientes de aprendizagem, in Luís Marques e João Praia (coord.), *Geociências nos currículos dos Ensino básicos e secundários*
- Pereira, E., Tassinari, C.C.G., Rodrigues, J.F., Van-Dúnem, M.V. (2011). New data on the deposition age of the volcano-sedimentary Chela Group and its Eburnean basement: implications to post- Eburnean crustal evolution of the SW of Angola. *Comunicações Geológicas*, 98, 29-40.
- Pereira, L. C. G. (1987) – Tipologia e evolução da sutura entre a ZCI e a ZOM no sector entre alvaíazer e Figueiró dos Vinhos, Portugal Central. Tese de Doutoramento. Centro de Geociencias da Universidade de Coimbra, Instituto Nacional de Investigação Científica.
- Pereira, M. (1992) – Didáctica das ciências da natureza. Universidade Aberta, 13-27p

Programa de Geologia, 2º ciclo de Ensino secundario 12ª classe – Reforma Educativa (Ministério da Educação, Angola).

Torquato, J., Silva, A., Cordani, U., Kawashita, K., 1979. Evolução Geológica do Cinturão Móvel do Quipungo no Ocidente de Angola. *Academia Brasileira de Ciências*, 51, 133-144.

Simões, S.J.R. (2013), Uma viagem Paleontológica e paleoambiental no Jurássico superior do cabo Mondego – o trabalho de campo e as tecnologias de informações e comunicação no desenvolvimento de competências em Geologia. Pag.30

Santos, V. R. (2003), Abordagens do processo de ensino e aprendizagem, Pós – Doutoramento em Contabilidade na University of Illinois at urbana – Champaign, EUA.

Torquato, J., Silva, A., Cordani, U., Kawashita, K., 1979. Evolução Geológica do Cinturão Móvel do Quipungo no Ocidente de Angola. *Academia Brasileira de Ciências*, 51, 133-144.

Websites:

[http://mazungue.com/angola/index.php?page=Thread&postID=241675.](http://mazungue.com/angola/index.php?page=Thread&postID=241675)

Http://www.instituto-camoes.pt/glossário/Textos/Agronomia/HTM/pr...15-04-2013 06:45.

ANEXO

Mini Poster 1 – Rochas fracturadas em direcção à Tundavala

Mini Poster 1 – Trajeto Tundavala

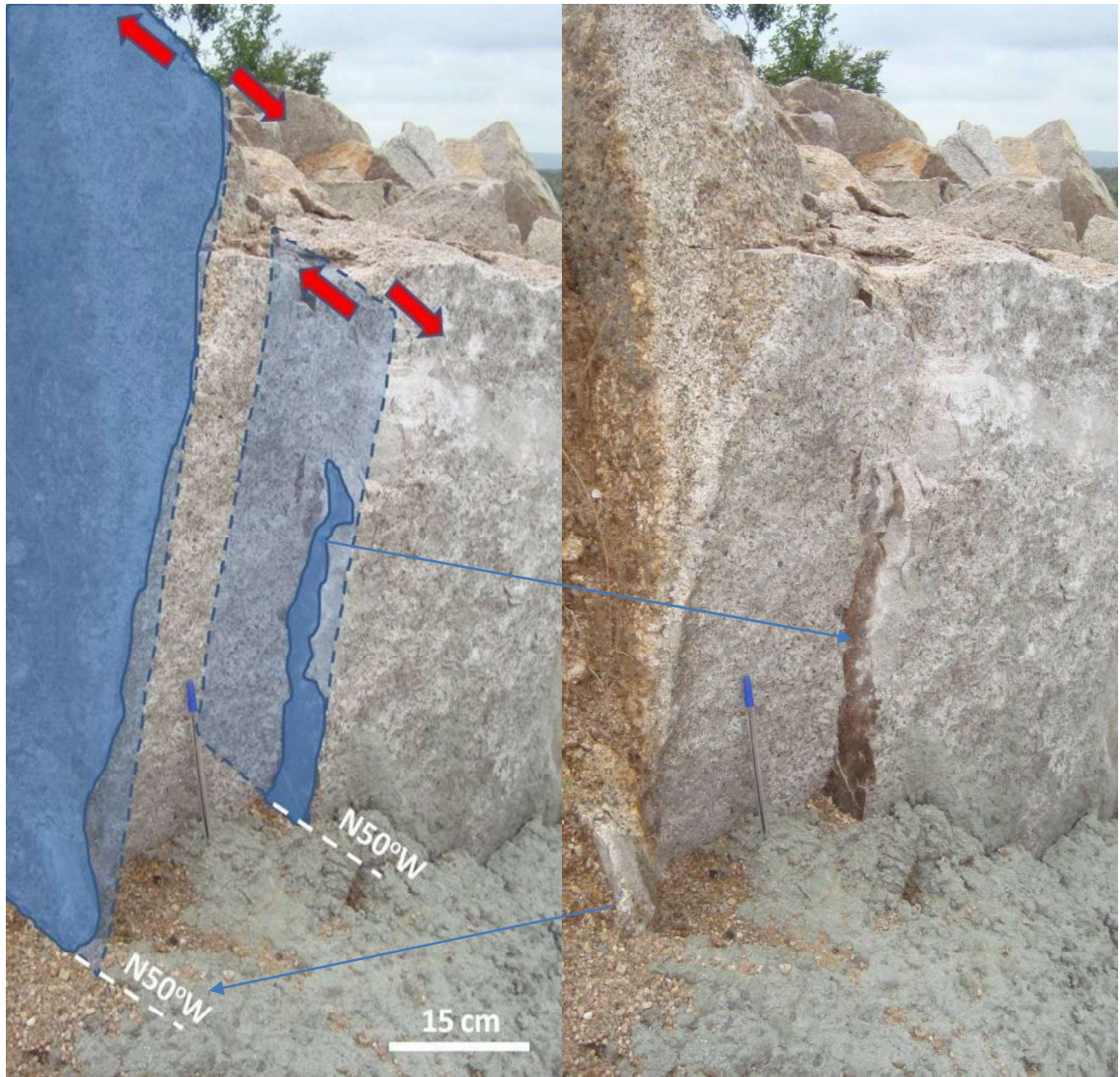


Castelo, em ruína junto em direcção a Tundavala



Diaclasamento do granito, junto à estrada, com indicação da direcção da fraturação.

Mini Poster 2 – Falha translacional direita em granitóides



Falha translacional nos granitoides.

Mini Poster 3 – Parque da Tundavala, junto a rocha com figura de pássaro

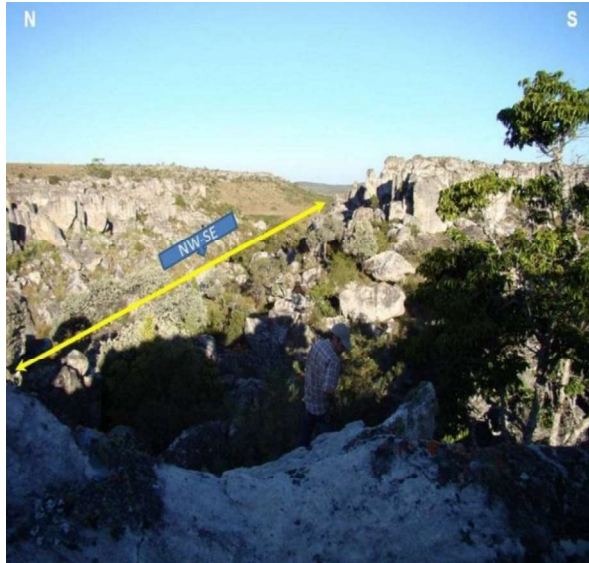


..... S₀ – superfície/junta de estratificação
 - - - - F₁ – superfície de fratura

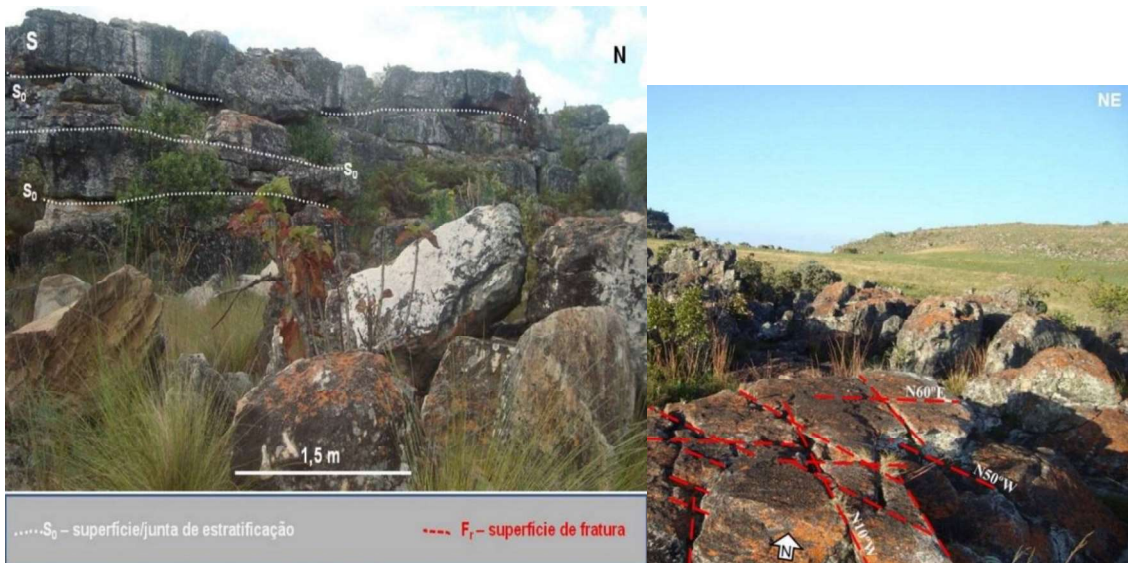
..... S₀ – superfície/junta de estratificação
 - - - - F₁ – superfície de fratura
 { } { } { } Estratificação entrecruzada

Blocos quartzíticos desgastados, com preservação de estruturas sedimentares

Mini Poster 4 – Superfície com blocos retalhados

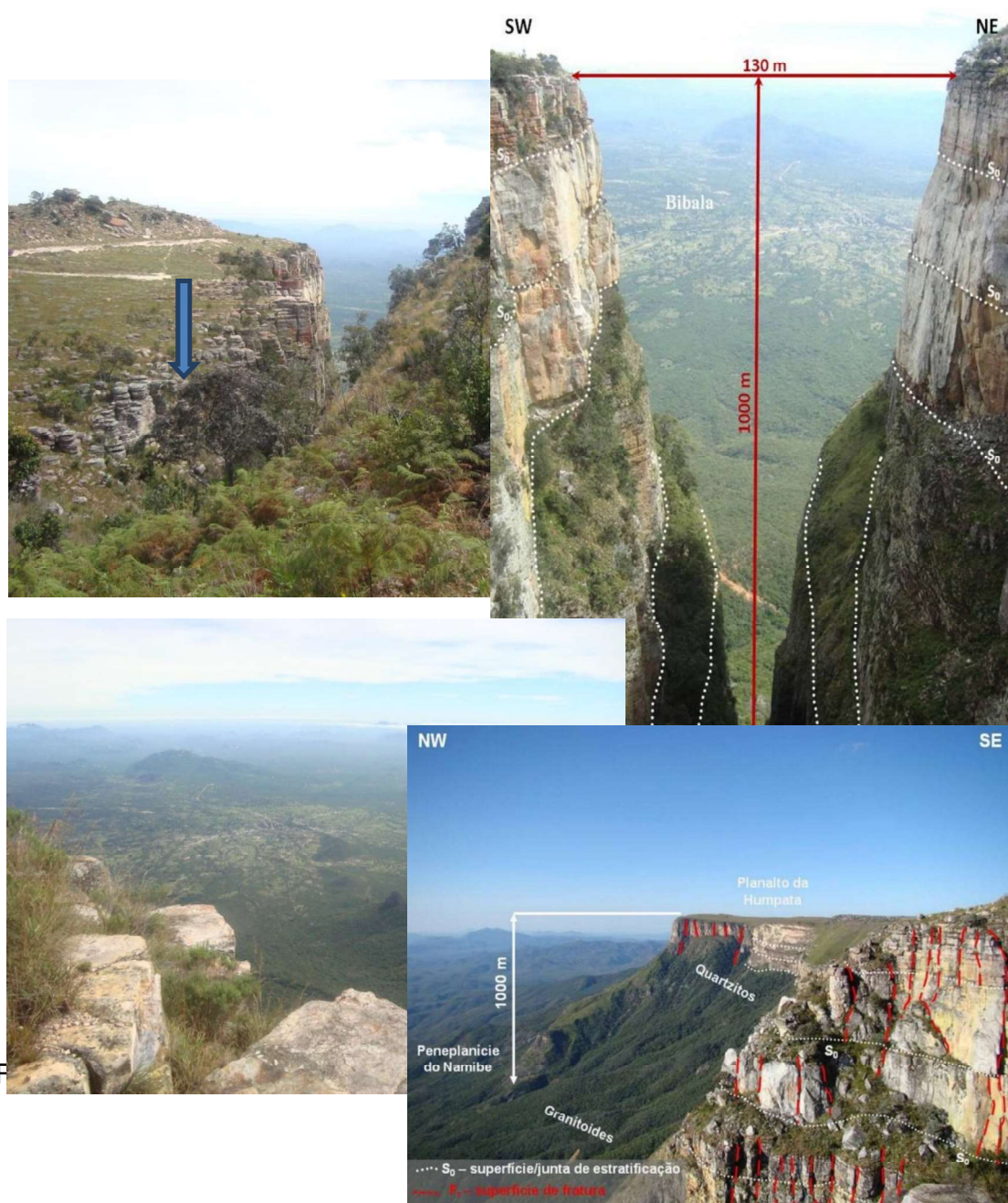


Depressão, com direção NW-SE, que se avista da estrada, aprofunda-se acentuadamente e abre-se numa paisagem ímpar em forma de V.



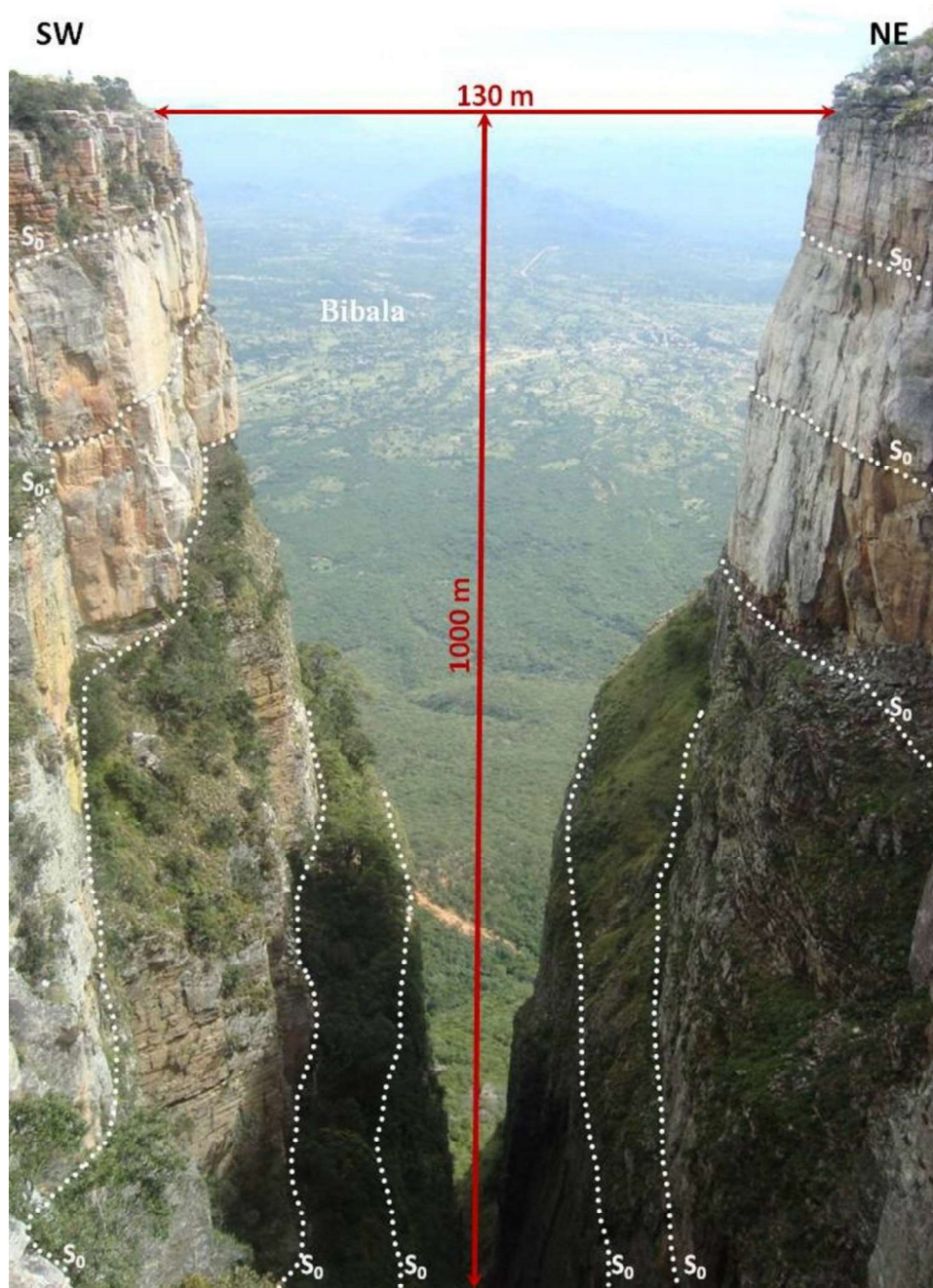
Sistemas de fracturação com direção N50°W, N10°W e N60°E, a afetar quartzitos.

Mini Poster 5 – Miradouro de Tundavala



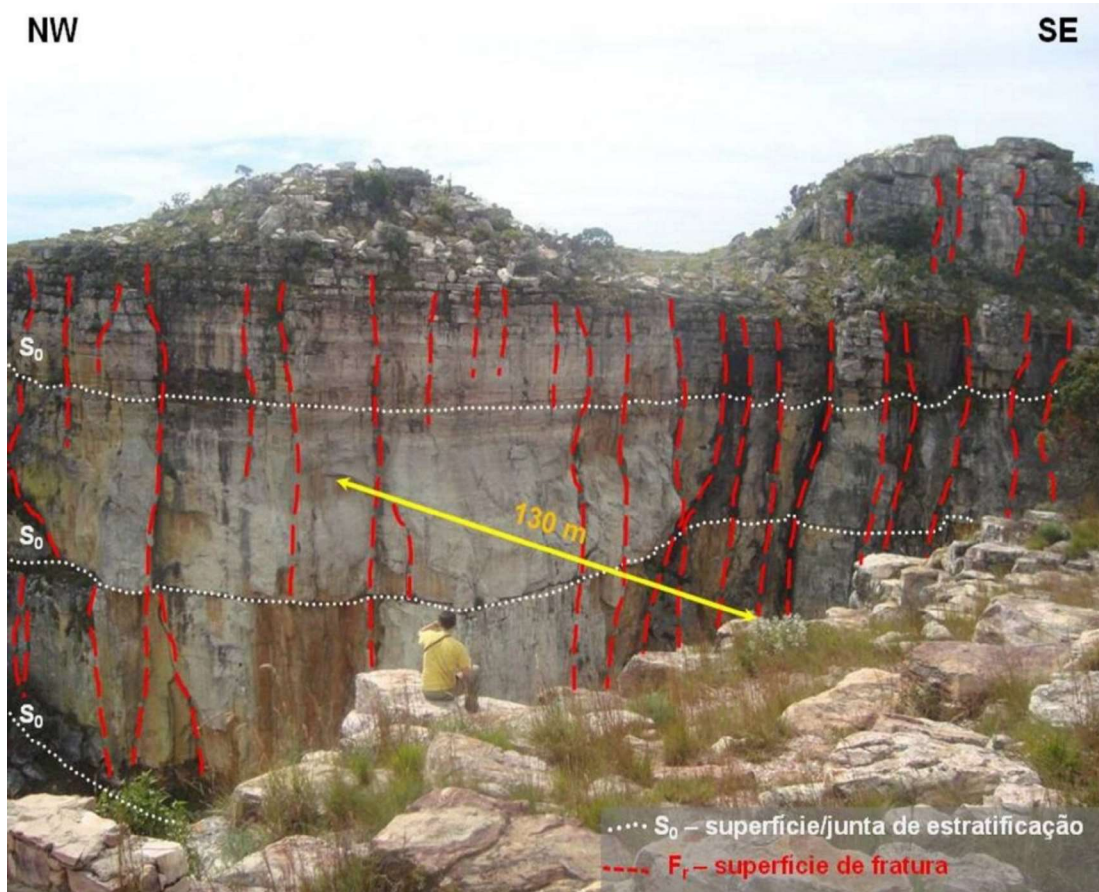
O miradouro da Tundavala localiza-se no bordo sul da Fenda da Tundavala e contém diversos pontos de observação.

Mini Poster 6 – Fenda da Tundavala



Fenda da Tundavala, com uma profundidade de aproximadamente de 1000 m e cujas paredes apresentam estratificação horizontal.

Mini Poster 7 – Fracturação da rocha junto a Fenda



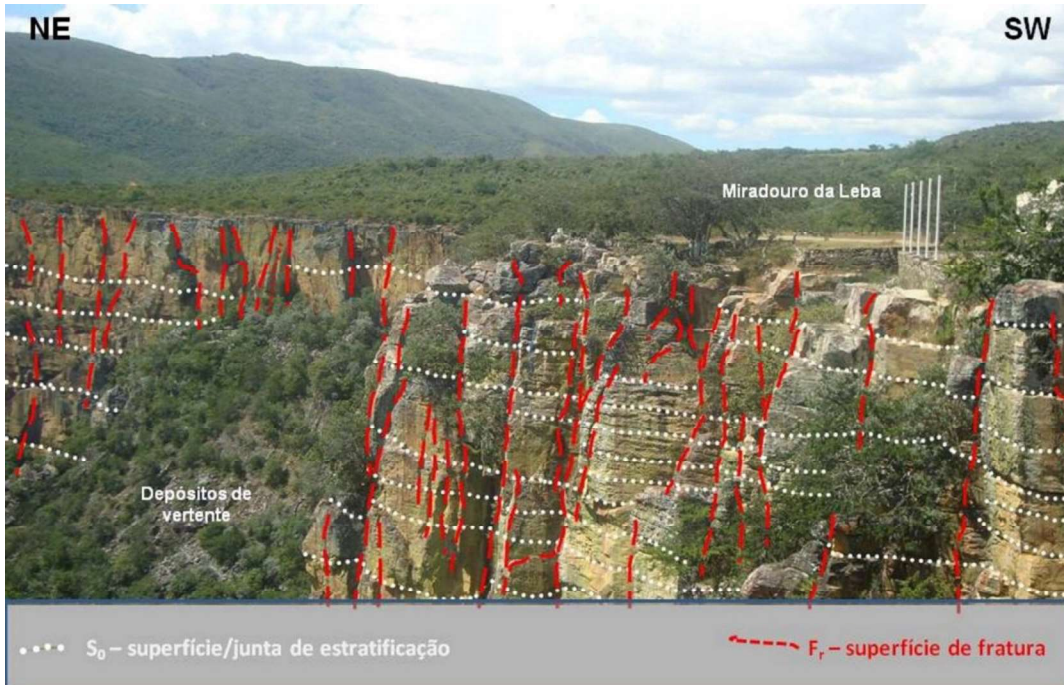
Estratificação (S_0) e fracturação das unidades. A fracturação permite a penetração de água, dando origem à queda de blocos e à alteração das rochas.

Mini Poster 8 – Dobras nos Calcários da Formação da Leba

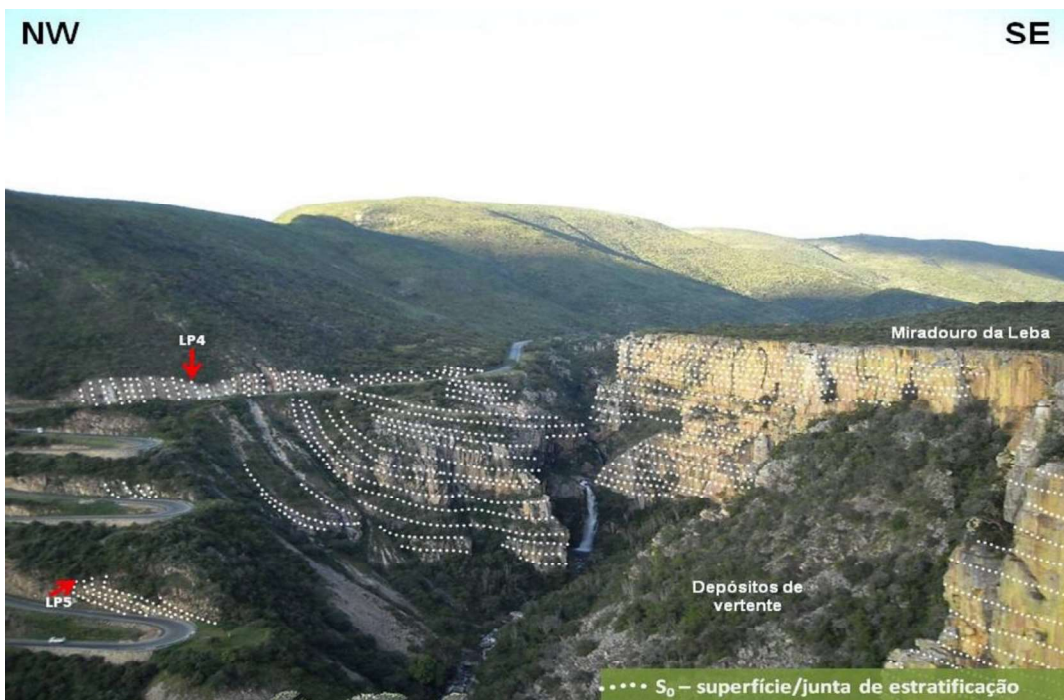


Dobras nos calcários margosos da Formação da Leba (Planalto da Humpata)

Mini Poster 9 – Miradouro da Leba



Fraturas verticais na vertente abrupta do miradouro.

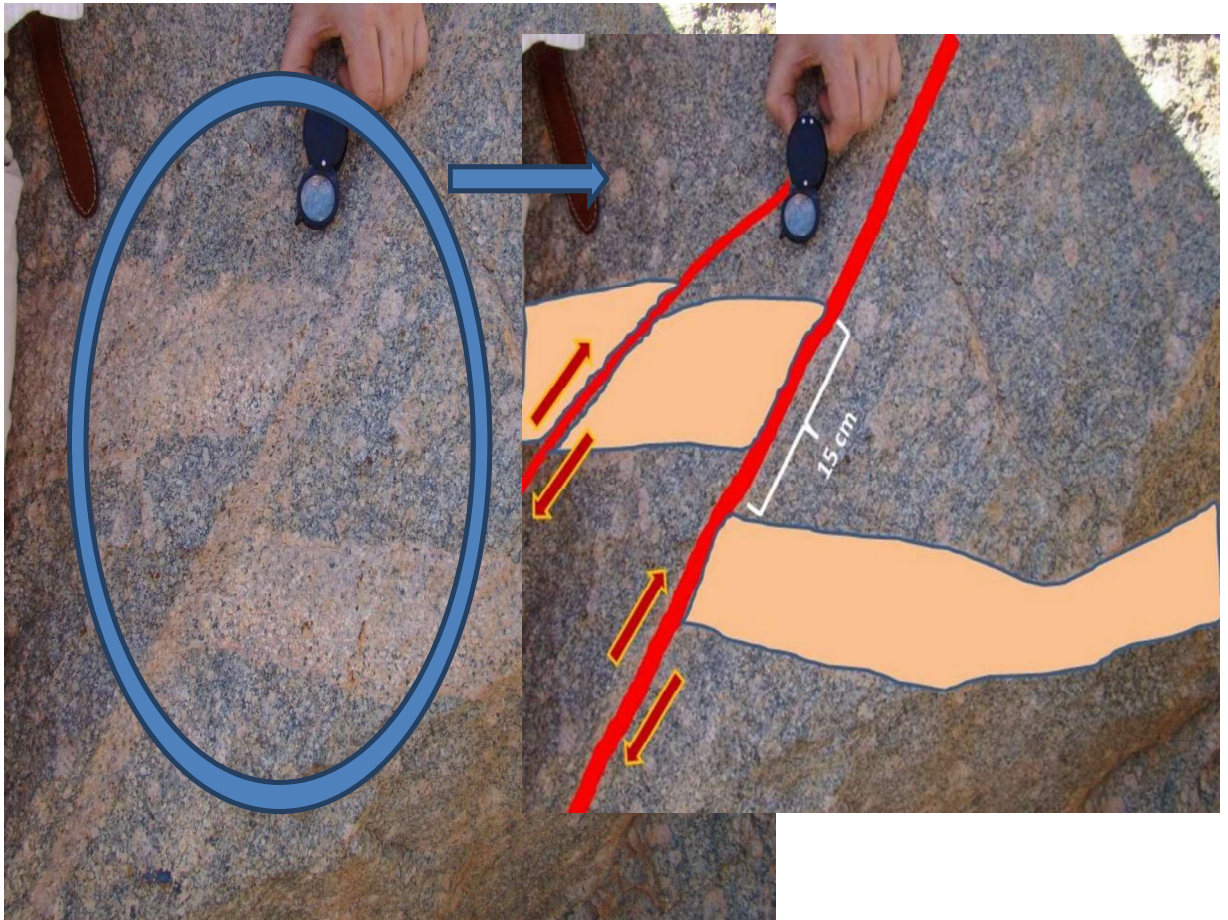


Deformação tectónica dos quartzitos da Estrada da Leba.

Mini Poster 10 – Deformação frágil-dúctil em quartzitos

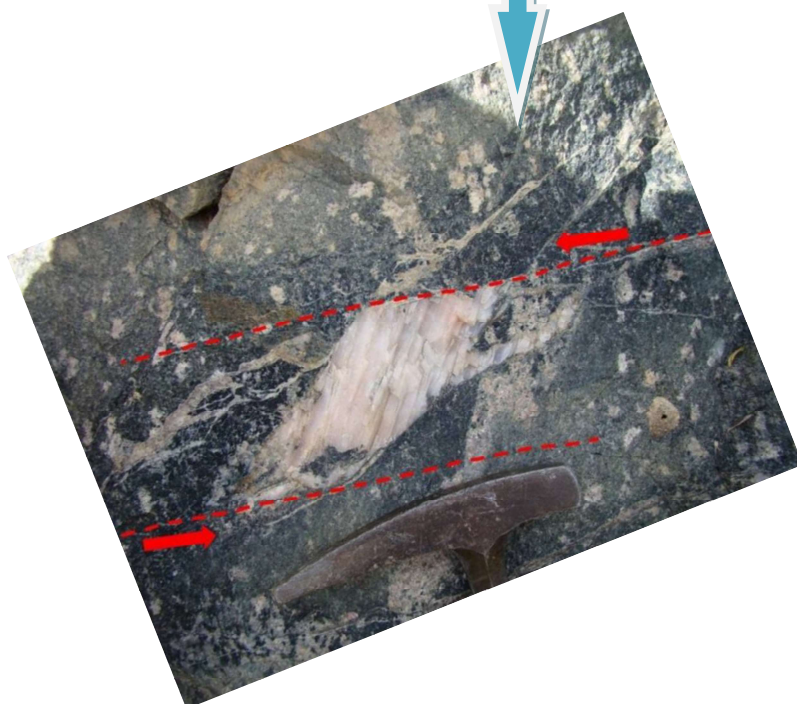
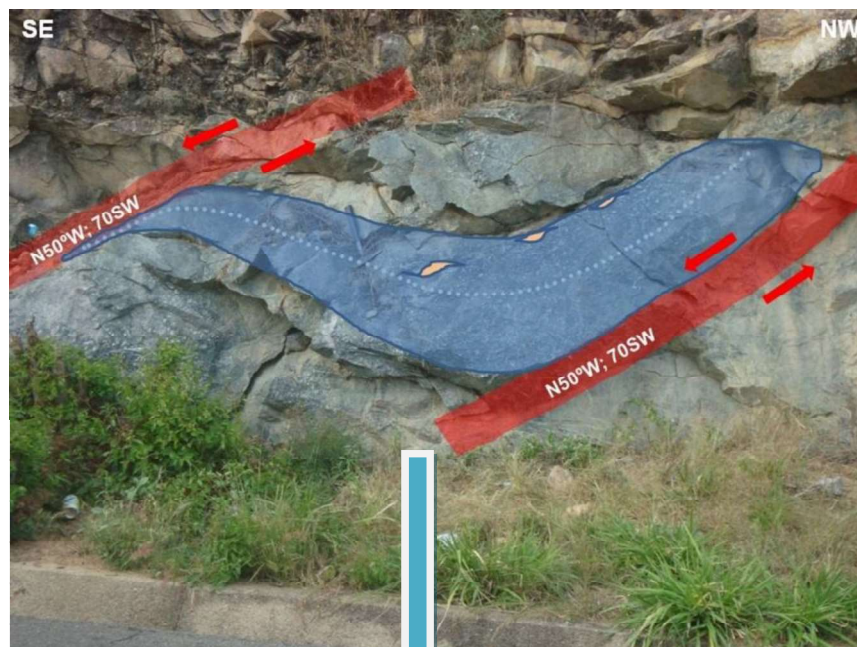


**Mini Poster 11 – Filão de rocha granítica em diorito,
afetado por falha inversa**



Filão granítico intersectado por falha inversa.

Mini Poster 12 – Cisalhamento dúctil em diorito, com formação de fendas de tração



Fenda de tração em zona de cisalhamento dúctil.

