

I – INTRODUÇÃO

1.1 - Âmbito e relevância do estudo efetuado

Durante o Cretácico ocorreram grandes transformações geotectónicas e na biosfera que alteraram para sempre o rumo da história da Terra. A abertura de novos oceanos em consequência da fragmentação progressiva do supercontinente Pangea e, por sua vez, da separação ocorrida entre as grandes massas continentais da Laurásia e do Gondwana, favoreceram especialmente a diversificação macro e microevolutiva dos organismos marinhos. Ocorreram, ao tempo, máximos eustáticos históricos e repetidas variações de grande amplitude no nível médio dos oceanos, as quais afetaram de modo dramático a redistribuição das áreas marinhas e continentais e os seus paleoclimas, terminando por propiciar uma intensa evolução biológica (Skelton *et al.*, 2003). Essa deriva das placas tectónicas ocasionou uma mudança nos padrões de circulação oceânica, alterando-se as antigas rotas de migração dos organismos marinhos e terrestres e possibilitando o surgimento de uma fauna moderna, que colonizou os novos nichos e territórios, composta em grande parte por animais invertebrados.

Como não poderia deixar de ser, parte deste cenário afetou as regiões hoje correspondentes às bacias costeiras de Angola, cujo registo sedimentar reflete eventos oceânicos e bióticos ligados à abertura, mais tardia, do proto-Atlântico Sul, a partir de meados do Cretácico Inferior, logo após uma fase inicial de *rifting* continental contemporânea do Neocomiano (Buta-Neto *et al.*, 2006). O longo historial tectono-sedimentar e biótico da margem continental angolana durante o Cretácico e o Cenozóico conduziu, entre outros aspetos, à génese das imensas riquezas petrolíferas que jazem no *offshore* do país, fonte de desenvolvimento e de progresso que importa estudar, para uma melhor gestão destes recursos de importância nacional e das atividades económicas ligadas à sua exploração.

Neste sentido, os estudos de estratigrafia e sedimentologia dos registos sedimentares basinais, como o que agora se apresenta, revestem-se de bastante interesse aplicado,

dado que constituem contributos para o conhecimento da sucessão estratigráfica e arquitetura sedimentar das bacias que contém os hidrocarbonetos. Com efeito, a exploração destes recursos necessita de estudos geológicos de base desta natureza, os quais permitem caracterizar aspetos da fácies, geometria e paleoambientes das unidades ligadas às rochas geradoras e rochas reservatório, assim como das restantes formações suas enquadrantes (Milani *et al.*, 2000; Allen & Allen, 2006), contribuindo para a localização e dimensionamento de jazidas.

Quanto aos estudos de macro e micropaleontologia, estes têm fortes aplicações na indústria petrolífera, ao permitirem o exercício da correlação entre corpos sedimentares de diferentes áreas basinais (estudos de biostratigrafia) e, em simultâneo, ao contribuírem para a reconstituição de paleoambientes e das comunidades bióticas que neles existiriam (estudos de paleobiologia) (Jones, 1996). No presente estudo - proposto no âmbito do Ramo da Geologia do Petróleo do Mestrado em Geociências da Universidade de Coimbra - será dado maior relevo a esta última componente paleoambiental, reforçada através da interpretação conjunta de dados paleontológicos, faciológicos e de cortejos argilosos, e tendo como ponto de partida afloramentos do Albiano médio do extremo sul da Sub-bacia de Benguela.

1.2 - Definição da área em estudo

O presente trabalho faz referência à região do Dombe Grande, município da Baía Farta, província de Benguela (fig. 1.1). Esta extensa região, cuja superfície atinge 39.826 Km² é, por sua vez, uma província do centro litoral de Angola compreendida entre os paralelos 12° 00' e 13° 25' de latitude Sul.

A área em estudo fica situada na margem esquerda do Rio Coporolo, próximo da povoação de Dombre Grande, compreendendo uma faixa de afloramentos de rochas carbonatadas sobranceiros à planície aluvial.

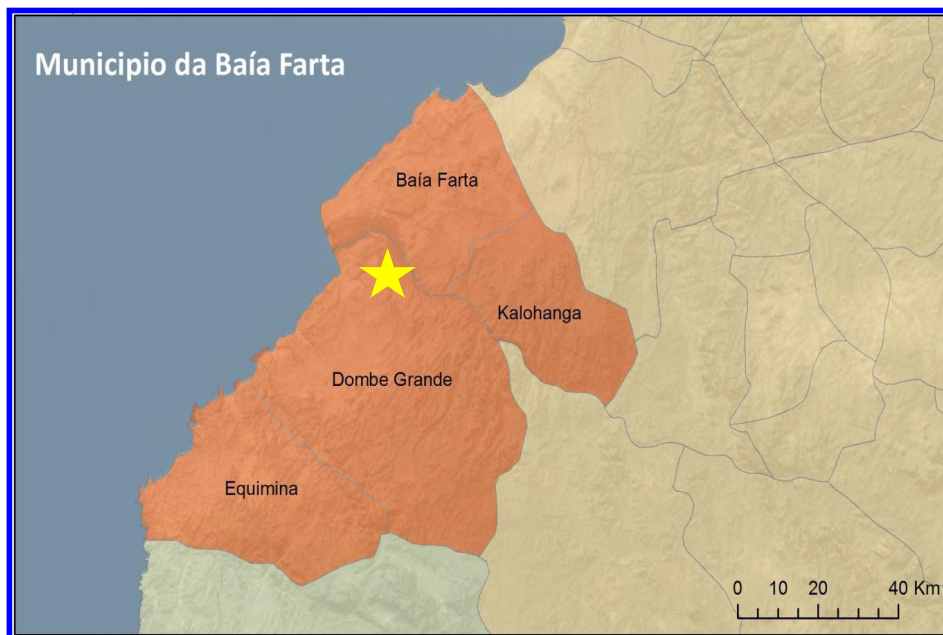


Figura 1.1 - Mapa de localização e divisão administrativa do município da Baía Farta. A estrela representa a posição geográfica da área estudada.

1.2.1 - Antecedentes históricos

Desde 1768 os portugueses assumiram a exploração intensiva da região do Dombe Grande com o registo de exploração de alguns minerais como o enxofre e cobre, entre outros. Devido a falta de vias de acesso mais adequadas para responder ao contexto, a exploração colonial não se chegou a consumir plenamente salvo com a instalação da companhia açucareira a partir de 1890.

A região era antigamente conhecida por “Ndombe Yinene”, que significa em português “Grande Lagoa”. É uma zona muito fértil, atravessada pelo rio Coporolo que, numa extensão de quase 30 quilómetros da sua foz no Oceano Atlântico, se desenvolve num delta (Melo *et al.*, 2010) com todas as condições para o desenvolvimento da agricultura, indústria e pastorícia. Até certo momento, o Dombe Grande foi considerado o celeiro da região, tendo fornecido à cidade de Benguela e não só, muitos produtos agrícolas, nomeadamente, a batata, a mandioca, o milho, o feijão, a banana, os legumes, bem como o leite, a carne, a cana-de-açúcar, etc.

Os seus habitantes denominados “Mundombe” ou “Va Ndombe”, um povo essencialmente pastor e agricultor de índole pacífica foram considerados por António de Oliveira Cadornega (1681) “o gentio mais fiel aos vassallos portugueses que havia em toda a província de Angola”.



Fig. 1.2 - Aspecto parcial do ‘modus vivendis’ do povo “Va Ndombe” (fotos do autor).

No início do século XX o desenvolvimento do Dombe Grande alcançou o seu apogeu. A vida económica da região encontra-se ligada sobretudo à produção de açúcar e de aguardente, mas também do algodão através das vastas plantações que os portugueses ali estabeleceram.

1.2.2 - Caracterização físico-geográfica: localização, dimensão e limites

O Dombe Grande é uma das quatro comunas do município da Baía Farta. Está situada na zona central do território do município, com uma extensão de, aproximadamente, 2.172 km², o que corresponde a 32,2% do total do território do município da Baía Farta. Tem as seguintes coordenadas geográficas extremas:

- 12° 45’ de latitude Sul a Norte e 13° 03’ latitude Sul a Sul; 12° 55’ de longitude Este a Oeste e 13° 13’ longitude Este a Este.

E os seguintes limites geográficos:

- Norte – a comuna da Baía Farta,
- Sul – a comuna da Equimina,

- Este – a comuna da Kalohanga,
- Oeste – o Oceano Atlântico.

A vila do Dombe Grande situa-se a cerca de 75 quilómetros a sul-sudoeste da cidade de Benguela.

1.2.3 – Relevo e hidrografia

O território da região do Dombe Grande faz parte da planície litoral que se estende na direcção norte-sudoeste da costa angolana. As áreas mais baixas situam-se junto à costa entre o Chamume e o Camucuio (2 a 7 m de altitude), enquanto as zonas mais elevadas se localizam a sudeste, onde se encontram os montes Abelhas, Vihombo, Longo e Chipupa, com a média altimétrica de 420 metros.

Possui uma hidrografia corrente de água à superfície, porém, intermitente, águas marinhas que banham a comuna a Oeste e a corrente fria de Benguela.

1.2.4 – Características climáticas

O clima influencia os processos na superfície terrestre, as relações morfológicas e meteorológicas e condiciona os processos de instabilidade associados à geodinâmica externa do relevo e do planeta. Vieira (1951, *in* Neto, 1960) refere que a faixa costeira do centro da província de Benguela é, geralmente, considerada como de clima árido ou semi-desértico condescendente da fraca pluviosidade verificada nesta região. Com uma simples excepção às zonas que correspondem às embocaduras dos maiores cursos de água que atravessam a região, nomeadamente os rios Catumbela, Cavaco, Dungo, Coporolo e Equimina, toda a região apresenta uma cobertura vegetal bastante pobre: campos de gramíneas e vegetação arbustiva aberta, do tipo “espinheira”.

A grande irregularidade das precipitações atmosféricas gera em todo este sector da faixa litoral um conjunto de condições absolutamente desfavoráveis à vida humana, razão pela qual a maior parte do território da Baía Farta é praticamente despovoada.

Os núcleos populacionais existentes situam-se nas praias onde, dada a grande abundância de peixe nos mares vizinhos, se instalaram pescarias e salinas (Neto, 1960).

Em sentido particular e do ponto de vista climático, o Dombe Grande é, como não podia deixar de ser, de clima árido ou semi-árido (Vieira, 1951, *in* Neto, 1960), isto é, tropical seco e tropical desértico, com uma temperatura média anual de 23° C e quedas pluviométricas na ordem dos 400 mm/ano.

1.2.4.1 - Temperatura e precipitações

De um modo geral, o território angolano regista uma temperatura média anual de 23,6°C, sendo a temperatura média do mês mais frio (Junho) de 20,°C e a do mês mais quente (Março) de 27°C. A amplitude térmica anual é de 6,9°C. As temperaturas médias mínimas e máximas registadas são de 13,3°C no mês de Julho e de 32,2°C no mês de Abril, respectivamente. As chuvas na região costeira angolana ocorrem, normalmente, no período de Novembro a Abril, enquanto que na extremidade Sul da mesma os efeitos da estação chuvosa são especialmente fortes com um aumento bastante pronunciado da pluviosidade entre Fevereiro e Abril (Hastenreth, 1984).

A região ocidental em que se insere a província de Benguela é influenciada, a grande escala, pela proximidade do deserto do Namibe e verifica-se nela uma elevada aridez. O mês mais chuvoso corresponde ao de Março, registando-se uma precipitação média mensal de 110,3 mm, correspondendo a cerca de 41% da precipitação anual (263,5 mm) (tabela 1). Já de Maio a Outubro, a época é seca e não ocorrem precipitações (fig. 1.3). Dados obtidos junto do observatório meteorológico do aeroporto 17 de Setembro de Benguela revelam que, durante os últimos 30 anos, os valores de precipitações e temperatura têm sofrido oscilações substanciais (INHG, 2010).

1.2.5 - Fauna, vegetação e solos

O revestimento vegetal consiste em estepes representadas por campos de gramíneas e arbustos de tipo “espinheira” que, infelizmente, têm sido dizimados pela atividade

humana, sob risco de seu desaparecimento num futuro não muito distante se não forem tomadas medidas que se abstenham ao seu desbaste.

Tabela 1.1 - Temperatura Atmosférica da Estação Climatológica do Lobito (1960-1974).

(Fonte: INHG 1974).

| Mês | Temperatura Média (°C) | Temp. Mín. Média (°C) | Temp. Máx. Média (°C) | Precipitação Média Mensal (mm) |
|-----------|------------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------------------|
| Janeiro | 25.03 | 19.09 | 30.06 | 15,2 |
| Fevereiro | 26.00 | 20.00 | 31.06 | 34,6 |
| Março | 26.09 | 21.02 | 31.07 | 110,3 |
| Abril | 26.07 | 21.03 | 32.02 | 34,4 |
| Mai | 24.04 | 18.03 | 24.04 | 0,6 |
| Junho | 21.02 | 14.04 | 21.02 | 0,0 |
| Julho | 20.00 | 13.03 | 25.02 | 0,0 |
| Agosto | 20.01 | 13.06 | 25.04 | 0,2 |
| Setembro | 21.02 | 15.05 | 26.05 | 1,9 |
| Outubro | 22.09 | 17.06 | 27.06 | 7,3 |
| Novembro | 24.04 | 19.00 | 29.03 | 22,1 |
| Dezembro | 23.06 | 19.00 | 29.05 | 36,9 |
| Ano | 23,06 | 17,08 | 28,09 | 263,5 |

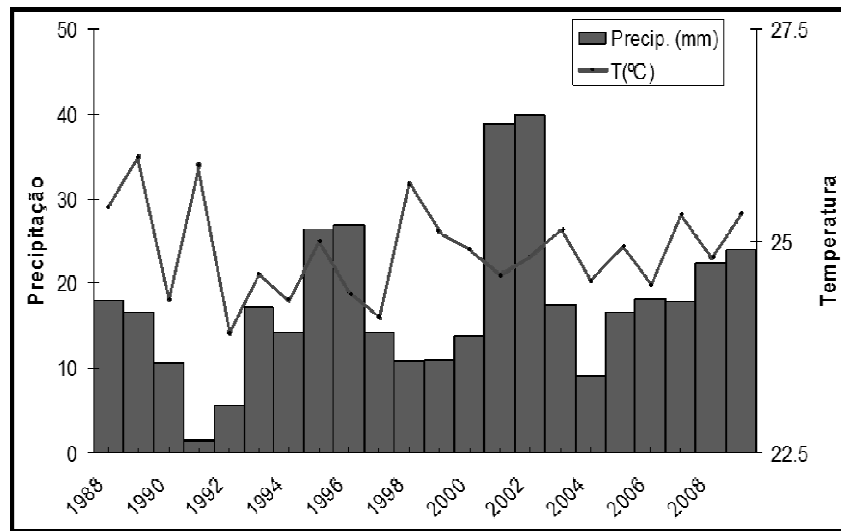


Figura 1.3 - Gráfico termo-pluviométrico da província de Benguela baseado nos dados do Observatório Meteorológico do Aeroporto 17 de Setembro, 2010.

Os solos da região são de natureza predominantemente argilosa e margosa, ou associados a areias aluviais e cascalhos (fig.1.4).



Figura 1.4 - Aspeto da planície aluvial e seus solos arenosos de cultivo, vendo-se em último plano as unidades carbonatadas do Albiano do Dombe Grande (foto do Autor).

1.2.6 - População

Com cerca de 2.172 km², a região do Dombe Grande alberga cerca de 84.750 habitantes¹ distribuídos em aldeias e confinados na vila sede da comuna (fig. 1.5).

Apesar da fertilidade dos solos e dos significativos caudais de drenagem do seu principal rio, o Coporolo, em épocas chuvosas, ao ser abastecido por vários afluentes nos seus mais de 350 km de percurso desde a sua nascente no interior do planalto angolano, a região do Dombe Grande é, de um modo geral, muito pouco povoada. Esse povoamento é também díspar, muito por causa das precipitações atmosféricas irregulares ou mesmo ausentes por períodos bastante prolongados, assim como da pouca fertilidade dos solos afastados dos principais vales fluviais. São excepções as praias e as margem do rio Coporolo e de alguns afluentes, devido, respetivamente, à

¹ *Monografia de Angola, Ministério do Planeamento do Governo de Angola, 2009*

abundância de peixe e de terras aráveis, embora num perímetro restrito, fatores que permitem, inclusive, a vinda e sucessiva instalação de populações do interior.



Figura 1.5 - Aspetos do Rio Coporolo, no troço que antecede a foz, e da vila sede da comuna do Dombe Grande, assente na planície aluvial (fotos do Autor).

A região do Dombe Grande conheceu também, um povoamento forçado, justificado pela situação de guerra vivida no país (1976-1991; 1992-2002), com a afluência de populares deslocalizados, vindos do interior do país em busca de segurança e de estabilidade. Contudo, com a conquista da paz em 2002, tem-se assistido a um êxodo desta mesma população para as suas localidades de procedência.

1.3. Objectivos do trabalho

O estudo conducente à presente dissertação de Mestrado surgiu de uma proposta de retomar observações geológicas numa das áreas mais interessantes para proceder a estudos estratigráficos sobre as bacias sedimentares do litoral angolano: o Dombe Grande. Embora já tenha sido alvo de diversos outros trabalhos desta natureza, desde há mais de um século, o seu potencial mantém-se de forma integral, (1) por força da grande dimensão da região e seus afloramentos, (2) pelo facto de estes representarem o setor mais meridional da bacia de Benguela, mais próximo do mesozóico da bacia do Namibe e, (3) dado o interesse que a sucessão estratigráfica apresenta para o entendimento da arquitetura do enchimento da bacia e seu prolongamento no *offshore*, com implicações óbvias para a geologia local/regional ligada à prospeção e exploração de hidrocarbonetos.

De uma forma geral, os objetivos desta pesquisa centraram-se numa área específica do Dombe Grande, situada na margem sul do rio Coporolo, a jusante da povoação principal, na qual se procedeu ao estudo de uma parte da secção estratigráfica antes estudada por Tavares (2006), mas desta feita incidindo em aspetos das fácies e na análise paleobiológica dos invertebrados (bivalves, gastrópodes, cefalópodes e equinídeos) preservados nos níveis carbonatados, relacionando a análise das associações fossilíferas com eventos sedimentares e biológicos ligados aos paleoambientes presentes.

Desta forma, apesar do material literário já existente sobre a Sub-bacia de Benguela, o presente trabalho surge como mais um contributo sobre o tema e região, envolvendo a análise morfológica parcial dos afloramentos, dos materiais líticos e fossilíferos, a execução e análise de perfis estratigráficos. Com base nesses pressupostos, o presente trabalho está firmado sobre três principais objetivos, nomeadamente:

1 - Rever e caracterizar, de uma forma geral, a Estratigrafia e Paleontologia das unidades cretácicas da região do Dombe Grande (Benguela, Angola), mediante o acervo literário já existente e estudos de campo, procedendo ao seu enquadramento em termos da evolução tectónico-sedimentar da bacia sedimentar marginal atlântica de Benguela (Sub-bacia de Benguela);

2 - Apresentar um estudo de caso específico da Estratigrafia e Paleontologia dos calcários cretácicos do Dombe Grande (Formação Quissonde, representativa do Albiano médio a superior), fundamentado através do levantamento de campo de perfis estratigráficos e da recolha de fósseis e de amostras para determinação de minerais de argila;

3 - Proceder à reconstituição paleoambiental do sector estudado com base nos dados das litofácies, cortejos argilosos e macrofauna de invertebrados no sentido de contribuir para uma melhor compreensão dos eventos biológicos e tectónico-sedimentares que se sucederam na Sub-bacia de Benguela no decurso do Albiano.

A área em estudo, ao ser parte integrante do grande maciço calcário do Dombe Grande, representativo do sector sul da Sub-bacia de Benguela, apresenta um grande

potencial para estudos de natureza geológica, dada a diversidade e espessura considerável das unidades sedimentares cretácicas aí expostas. Constitui assim, indubitavelmente, um dos melhores locais do *onshore* basinal em que é possível efectuar uma observação detalhada do soco e da sucessão estratigráfica *sin* e *pós*-rift, capaz de servir de padrão para modelos tectónico-sedimentares relativos à génese e evolução cretácicas da margem continental de Benguela-Cuio, com evidentes implicações na pesquisa e potencial exploração de hidrocarbonetos. Muito à semelhança de outras áreas das bacias sedimentares meso-cenozóicas de Angola, o número de trabalhos existentes e de pesquisas científicas já efectuadas é limitado e o campo de trabalho em aberto é imenso, factos que deixam antever a possibilidade de futuros estudos de detalhe sobre aspectos da Estratigrafia e das paleofaunas fósseis.

1.4 - Materiais utilizados

Os materiais utilizados em dependência do trabalho a desenvolver foram, em parte, cedidos pelo Departamento de Ciências da Terra da Universidade de Coimbra. No decurso da fase de reconhecimento de campo e levantamento de perfis estratigráficos foram empregues, entre outros:

- Mapas topográficos da cobertura geral de Angola, à escala 1:100.000, para a orientação e a localização dos pontos estudados;
- GPS (*Global Position System*); usado na determinação do posicionamento geográfico dos pontos (*coordenadas geográficas e altimétricas*),
- Bússola com clinómetro, para a determinação e orientação no terreno, como também para a determinação do pendor de estruturas geológicas.

Por sua vez, em laboratório procedeu-se à utilização de ferramentas para limpeza mecânica de fósseis, incluindo um compressor com caneta de limpeza por percussão e soluções diluídas com ácidos fracos.

As amostras para determinação para minerais de argila foram processadas no laboratório de Raios-X do Departamento de Ciências da Terra.

1.5 - Métodos utilizados

Os principais métodos de trabalho empregues na elaboração deste trabalho foram:

A - Análise e síntese da informação bibliográfica

Este método consistiu na recolha de documentação informativa, incluindo materiais de textos (*livros, manuais, folhetos, fascículos e sites da especialidade*); materiais gráficos como *cartas topográficas* à escala 1:100.000, com as quais se procedeu ao estudo das características geográficas e geológicas da área em estudo e seu enquadramento a diversas escalas.

Há que considerar o recurso às bibliotecas do Departamento de Ciências da Terra da Universidade de Coimbra, das Administrações Municipais de Benguela e da Baía Farta, ao apoio de algumas instituições públicas como as Direcções Provinciais de Geologia e Minas, da Agricultura e Desenvolvimento Rural, de Estatística, de Cartografia e Geodesia de Benguela, dos aeroportos 17 de Setembro em Benguela e Internacional da Catumbela e ainda a bibliografia cedida pelos orientadores científicos e outros. Foram também consultadas algumas bases de dados disponíveis na Internet.

B – Reconhecimento de campo e levantamento de perfis estratigráficos

Após uma fase preliminar de reconhecimento da geologia regional e local, com vista à localização dos afloramentos mais extensos e adequados ao levantamento de perfis estratigráficos, o estudo centrou-se no levantamento de três segmentos da sucessão carbonatada do Albiano Médio da vertente norte do maciço do Dombe Grande, representativos de parte da Formação Quissonde (fig. 1.6). O levantamento destes perfis foi efetuado com recurso a representação gráfica, procurando-se descrever as litofácies presentes e os seus fósseis. Foram recolhidas numerosas amostras para identificação em laboratório das associações de minerais de argila e invertebrados fósseis.

C – Trabalho de laboratório e de gabinete

Finda a etapa de recolha de dados no campo procedeu-se ao seu processamento e tratamento. As amostras destinadas à determinação de minerais de argila foram

remetidas para Coimbra, preparadas e analisadas no Laboratório de Sedimentologia e encaminhadas ao de Raios-X do Departamento de Ciências da Terra, no decurso de estágio em Coimbra. Por sua vez, a coleção de fósseis foi preparada em Laboratório de Paleontologia e fotografada parcialmente em estampas, tendo os espécimes retratados sido classificados do ponto de vista taxonómico, com recurso a literatura especializada existente na Biblioteca do Departamento de Ciências da Terra.

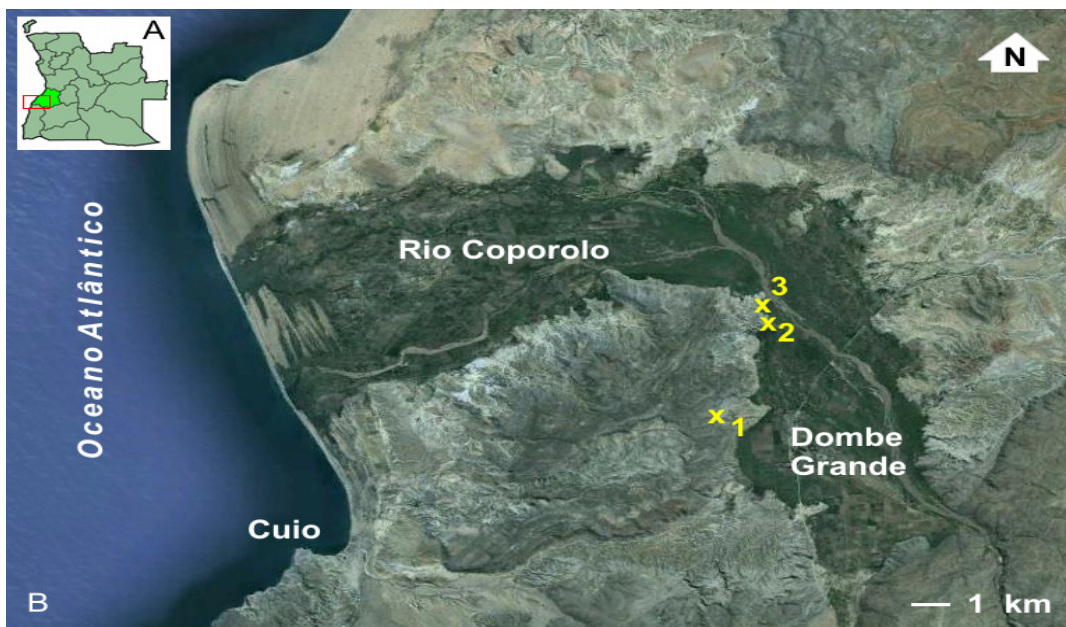


Figura 1.6 - Aspeto da região do Dombe Grande com localização dos perfis estratigráficos (Fonte: Google Earth, version 6).

Os perfis estratigráficos e os dados referentes aos minerais de argila foram representados e analisados graficamente, com recurso a programas informáticos, tendo-se, seguidamente, procedido à elaboração da presente dissertação.

1.7 - Estruturação do trabalho

Este estudo está estruturada em diferentes partes, segundo se apresenta:

- a **primeira parte** apresenta uma fundamentação teórica e os objectivos do tema a abordar e descreve um quadro físico-geológico geral da Sub-bacia de Benguela, um

breve historial de dados existentes sobre a região e não só, o material, o percurso e os métodos aplicados.

- a **segunda parte** apresenta as ilustrações e a descrição dos perfis levantados, a distribuição dos fósseis de invertebrados colectados e a sua análise sistemática.

- a **terceira parte** trata da interpretação dos resultados referentes aos minerais de argila e sua repartição nos perfis estratigráficos.

- a **quarta parte** é consagrada à reconstituição paleoambiental e paleobiogeográfica da sucessão albiana estudada, com base em dados das fácies e associações fósseis.

- a **última parte**, a **conclusão**, interessar-se-à pela contribuição do trabalho para o conhecimento geológico deste setor da Sub-bacia de Benguela, bem como pelas perspectivas de trabalhos posteriores.

As figuras e tabelas são precedidas de números de cada capítulo em que se encontram enquadradas. No fim do trabalho existem anexos com várias imagens, figuras, fotografias e uma bibliografia usada como fonte de consulta.

II - GEOLOGIA DA BACIA DE BENGUELA

2.1 - Resenha histórica da Geologia de Angola e da Bacia de Benguela

As informações mais antigas sobre aspetos geológicos do que é hoje o território de Angola remontam ao início da colonização portuguesa nos séculos XVI e XVII, consistindo em relatos de explorações ao interior desconhecido, cujos viajantes foram divulgando notícias fantasiosas «*sobre a prata de Cambambe, o ouro do Lombije, o cobre do Bembe, Mavoio e do litoral entre Catumbela e Cuio, o ferro de várias localidades desde Ambaca, Golungo Alto e Caconda e, bem assim, as existências de enxofre na faixa costeira, do breu do Dande e Libongo e do sal-gema da Quissama*» (Pereira *et al.*, 2010).

As primeiras descrições sérias sobre a geologia de Angola, só tiveram lugar na segunda metade do século XIX, atribuídas a naturalistas, exploradores e militares de fraca formação em Ciências da Terra. Contam-se entre estes, Frederik Welwitsch, a quem se devem descrições do sul de Angola. O engenheiro de minas Lourenço Pereira Malheiro trouxe da região de Benguela uma considerável colecção de rochas e fósseis, cedidos aos Serviços Geológicos de Portugal (SGP); os fósseis dessa colecção mereceram estudo por parte de Choffat (1887) (Brandão, 2008). Neste intervalo, relatos como os de Monteiro, (1875) e Welwitsch (1889) contribuiriam, também, para o conhecimento da geologia da Sub-bacia de Benguela. Em 1885, José de Anchieta publicou a obra “*Traços Geológicos da África Ocidental Portuguesa*”. Muito embora consista numa abordagem genérica da Geologia da Angola, nele se dão os primeiros passos no reconhecimento geológico da região da Sub-bacia de Benguela.

2.1.2 - A passagem ao século XX

Neste período de final de século há que referir, entre outros, os estudos de Loriol & Choffat (1888) e Choffat (1905) sobre a Estratigrafia e Paleontologia do cretácico das bacias costeiras de Angola, incluindo descrições de fósseis da Catumbela e do Dombe

Grande. Também Gregory (1916) realizou observações detalhadas em afloramentos do Albiano de Lobito-Hanha, sendo a fauna de amonites por ele colectada revista por Spath (1922).

Com a nomeação de Bacelar Bebiano (1916) para Director dos serviços de Obras Públicas e de Geologia e Minas de Angola, os estudos geológicos foram de novo incrementados, sendo criada a Missão Geológica de Angola chefiada por Sousa Torres, com colaboração de Alexandre Borges, Fernando Mouta e Henrique O'Donnell (Brandão, 2008). Esta missão deixou um extenso acervo documental e fotográfico, assim como milhares de amostras localizadas de que resultaram, entre outras, as publicações da Carta Geológica de Angola (1:2000000) e notícia explicativa (Mouta & O'Donnell, 1933) e sucessivas reedições em 1951 e 1954 (Brandão, 2008) (fig. 2.1).

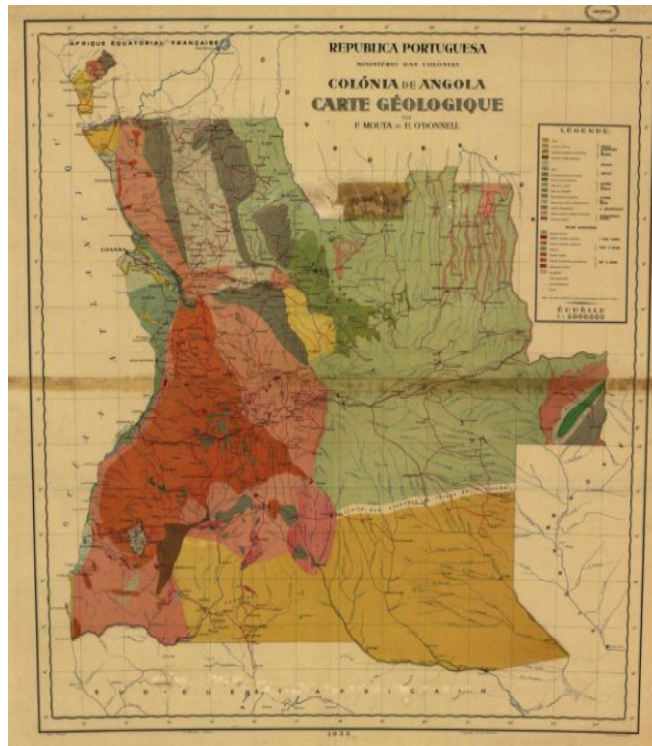


Figura 2.1 - Carta Geológica de Angola de F. Mouta e H. O'Donnell (1933).

Em 1942, Haas publicou uma importante monografia sobre amonites do Albiano da Bacia do Cuanza, incluindo Benguela, em que a maioria dos espécimes foi recolhido em arribas das imediações do rio Hanha. As classificação sistemática e a biostratigrafia por ele propostas constituem o fundamento das hoje utilizadas (Tavares *et al.*, 2007).

2.1.3 - A segunda metade do século XX

Este período iniciou-se com as sínteses de Sornay, (1951, 1953), que descreveu várias amonites do Albiano do Lobito. Em paralelo, Darteville (1953) elaborou uma revisão detalhada dos equinídeos fósseis de Angola. Ferreira Soares (1961), da escola de Coimbra, publicou o primeiro de vários estudos sobre a Paleontologia local, designado “Lamelibrânquios do Cretácico da região de Benguela – Cuio (Angola)” e impresso na revista “Memórias e Notícias” do Museu e Laboratório Mineralógico e Geológico da Universidade de Coimbra, evidenciando a importância que a estrutura antecessora do actual Departamento de Ciências da Terra já então votava ao estudo da Geologia de Angola. Para uma análise mais detalhada deste período, em Coimbra, consulte-se Callapez, *et al.* (2008, 2011).

Durante a década de 60 e até à independência de Angola, em 1975, o número de trabalhos publicados sobre a geologia de Angola é exaustivo. Graças à colaboração de várias entidades do período colonial, entre as quais o serviço geológico de Angola, foram efetuadas numerosas campanhas no terreno, muitas delas em setores das bacias costeiras mesozóicas de Angola, ficando-se a conhecer o essencial da sua estratigrafia e cartografia. Salienta-se aqui, pela sua abrangência, a monografia de Gaspar Soares de Carvalho (Carvalho, 1961), centrada na Bacia do Namibe.

No início do período pós-independência, dada a sua relevância para o presente estudo, destacam-se os contributos de Cooper (1976), que detalhou a biostratigrafia de amonóides do Albiano – Turoniano e suas correlações com a América do Norte e Europa Ocidental. Uma síntese análoga deve-se a Collignon (1978).

A partir da década de 90 do século XX, o número de trabalhos publicados tem aumentado significativamente, sobretudo em resultado de pesquisas petrolíferas. Começando pela síntese estratigráfica e tectónica de Stark *et al.* (1991), seguem-se Duval *et al.* (1992), com um artigo sobre tectónica de *rift* da Bacia do Cuanza onde se incluía a área de Benguela; Duarte-Morais (1992) publicou um trabalho sobre o Cretácico superior em torno de Benguela; Morais & Sgrosso (1993) publicaram um trabalho com elementos para uma reconstituição da evolução tectono-sedimentar da Bacia do Cuanza na província de Benguela; Uncini *et al.* (1998) versam a sequência pré-

sal da Bacia do Cuanza; o trabalho de Binga & Da Silva (2000) incidiu sobre o potencial de hidrocarbonetos da zona de Benguela; Cramez & Jackson (2000) publicaram um artigo sobre sobreposição, deformação e transformação das rochas das águas profundas de Angola. Duarte-Morais (2000) publicou um trabalho acerca do Mesozóico da Bacia do Cuanza nos arredores de Benguela; Guiraud *et al.* (2000) publicaram um trabalho sobre a caracterização da tectónica salífera no sector da Catumbela.

Já no século XXI têm sido publicados vários trabalhos, dos quais, não sendo possível enumerar exaustivamente, se destacam: Bute & Brandão (2001), ao publicarem um trabalho sobre a litostratigrafia da Bacia do Cuanza; a empresa Schlumberger (2001) que apresentou um relatório sobre sísmica e sequências estratigráficas da Bacia do Congo, Cuanza e Benguela; Hudec & Jackson (2002, 2004) que publicaram sobre a tectónica salífera do *offshore* da Bacia do Cuanza. Nos últimos anos realçam-se as teses de Buta-Neto (2006) e de Tavares (2006), centradas, respetivamente, nas interacções entre tectónica salífera e sedimentação, e no estudo paleontológico e biostratigráfico (amonites e equinídeos) do Albiano. Estes trabalhos, realizados na Sub-bacia de Benguela, inseriram-se numa equipa e num estudo mais alargado, que contemplou os trabalhos de Buta-Neto *et al.* (2006), Tavares *et al.* (2007), Quesne *et al.* (2009) e Guiraud *et al.* (2010).

No histórico de estudos mais recentes que envolvem as unidades cretácicas da região circundante ao município da Baía Farta, compreendendo, em particular, os maciços de calcários albianos que, do Cuio e do Dombe Grande, se estendem para Norte, até à periferia de Benguela, existem diversos trabalhos sobre a Estratigrafia e Paleontologia locais, salientando-se o estudo de Binga & Silva (2000) sobre a Sub-bacia de Benguela, ao identificá-la como uma zona com potencial para hidrocarbonetos, assim como o livro guia de campo elaborado por Duarte-Morais (2000), para a conferência internacional “Geoluanda”, realizada em Luanda (Angola).

Esforços no contributo da Geologia continuam, presentemente, no sentido se buscar o passado geológico do país: Duarte-Morais, *et al.* (2001) ao estudarem as ocorrências e características geológicas dos dinossauros, mosassauros, pleiossauros e quelónios do Cretácico de Angola e, por fim, o número crescente de teses de mestrado resultantes de estudos de campo sobre a Geologia da Benguela.

2.2 - Geomorfologia

A faixa sedimentar da Sub-bacia de Benguela apresenta um relevo variado devido à grande diversidade de rochas de diferentes idades e capacidade de resistência face aos processos exodinâmicos e à diferente intensidade da sua atuação no espaço e no tempo (fig. 2.2). Assim, do ponto de vista físico, a região compreende duas zonas geomorfologicamente distintas: a faixa litoral e a faixa sub-planáltica.

A faixa litoral é caracterizada pelos afloramentos de altitude variável entre 0 e 500 metros sob formas de relevo tabular de tipo “*mesa*” ou por uma topografia sensivelmente plana a sul, com os planos inclinados para o mar. Os sedimentos pendem ligeiramente para o Nordeste e seu grau de pendor raramente excede os 8° a 10° (Brandão, 2000).

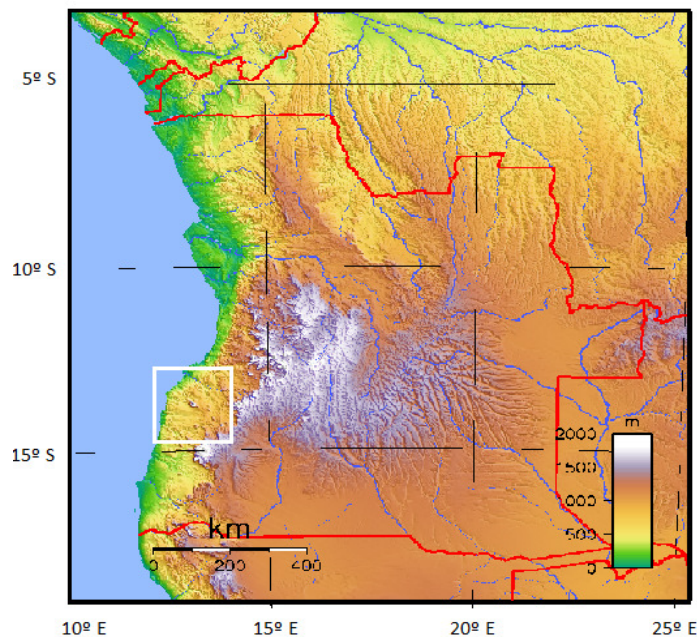


Fig 2.2 - Esboço topográfico do território angolano com localização da área estudada, em que são visíveis diferentes patamares altimétricos que separam o sedimentar (verde) do soco.

É uma faixa relativamente estreita, com largura até 50 km, situada ao longo da costa atlântica. As formações sedimentares meso-cenozóicas locais são cortadas por vales profundos, alguns deles abruptos e com vertentes sub-verticais (*dambas*). Geralmente as depressões estão preenchidas por sedimentos aluvionares transportados por rios que serpenteiam na região em vales encaixados e largos em certos casos, onde se

formam extensas planícies fluviais (Marques, 1963; Castanheira Diniz, 1998). Um pouco para o interior desta faixa, o relevo tende a superar os 300 metros de altitude e, a partir daí que, apresenta altimétricas decrescentes no sentido do litoral, terminando em grande extensão do seu percurso num conjunto de antigos níveis de praia plistocénicos, dispostos em escadaria e separados por paleoarribas (Carvalho, 1961). Por fim, como acumulações holocénicas, merecem ainda destaque os extensos cordões arenosos que culminam na planura arenosa do delta do rio Catumbela e na restinga da cidade do Lobito.

A Faixa sub-planáltica ou de transição corresponde a um relevo cuja altitude varia entre 500 e 1200 m, a leste da faixa litoral e no sentido norte-sul. A leste da grande quebrada rochosa que dá início ao planalto central, o seu relevo é apresentado por uma planície montesa, regularmente ondulada, que de vez em quando se apresenta acidentada por montanhas isoladas - os inselbergs (Feio, 1946).

2.3. Estratigrafia

As bacias sedimentares costeiras de Angola (fig. 2.3) originaram-se a partir da distensão de depressões pericratónicas que se foram definindo na margem ocidental do continente africano, desde meados do Jurássico, quando o proto-Atlântico Norte já se encontrava aberto. No decurso das etapas de *rifting* e de tumescência térmica pós-*rift* no Atlântico Sul, ocorridas durante o Cretácico inferior, estas depressões crustais acabaram por evoluir para bacias sedimentares do tipo margem passiva, estendendo-se no *offshore*, sob a plataforma e talude continentais (Pinho & Carvalho, 2010).

A Bacia do Baixo Congo é a que se localiza mais a Norte e possui maior potencial petrolífero, prolongando-se desde as costas do Gabão e de Cabinda até ao Alto Estrutural do Ambriz, onde uma elevação do soco a separa da bacia do Cuanza. O seu enchimento sedimentar é variável, atingindo uma possança máxima da ordem dos 7 quilómetros (Pinho & Carvalho 2010).

Segue-se a Bacia do Cuanza, em posição central no litoral de Angola e onde se iniciou a pesquisa do petróleo no *onshore* com descoberta de petróleo comercial (Poço Benfica-

1, em Abril de 1955); mais extensa e espessa na região de Luanda, passa a um setor mais estreito a Sul, mencionado em muitos trabalhos como Bacia de Benguela, e assim denominado em diante no presente trabalho, dada a sua abrangência geográfica. O limite meridional considerado corresponde ao Alto Estrutural de Benguela, representado por uma faixa costeira em que o soco aflora até às arribas litorais (Cuio à Lucira).

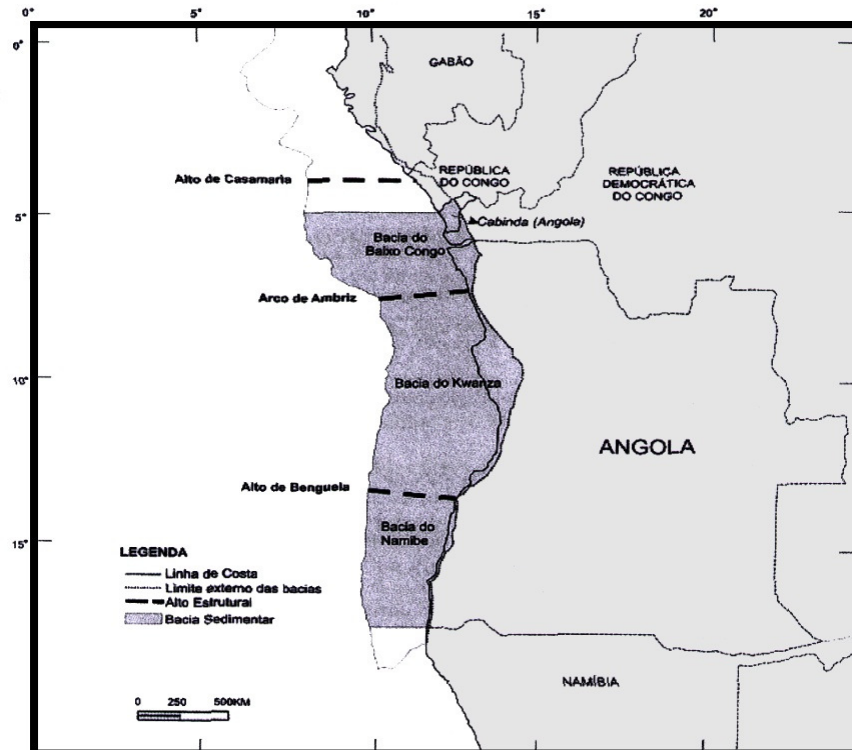


Fig. 2.3 – Mapa das Bacias Costeiras de Angola (Pinho & Carvalho 2010).

A Bacia do Namibe é a mais meridional e menos extensa das bacias meso-cenozóicas do litoral de Angola, prolongando-se para Sul até ao alto estrutural da Crista de Walvis Bay.

Não obstante certas disparidades sua na dimensão e espessura relativas, espaço de acomodação, extensão da tectónica salífera cretácica, representatividade do *onshore* e potencial petrolífero, estas três grandes unidades sedimentares das margens este-atlânticas registam bastantes semelhanças nas suas sucessões sedimentares pós-neocomianas, pressupondo uma evolução tectono-sedimentar algo comum à escala dos grandes eventos geodinâmicos que marcaram a fachada oeste-africana desde o

dealbar do *rifting* mesozóico. O quadro da figura 2.4, ainda que passível de alguma apreciação crítica, resume o essencial dessas etapas de enchimento e respetivas unidades do registo sedimentar.

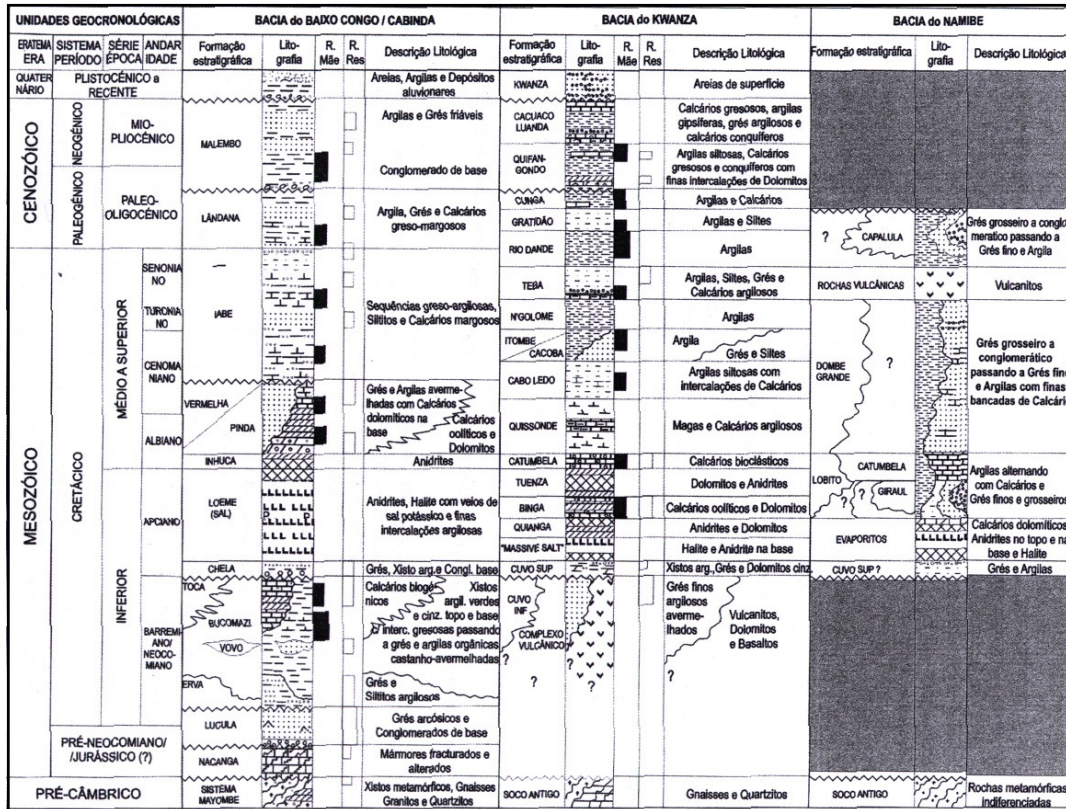


Fig. 2.4 - Quadro Estratigráfico sintético das Bacias meso-cenozóicas de Angola e suas etapas de enchimento (Pinho & Carvalho 2010). Note-se que o setor do Dombe Grande (?) está inserido na Bacia do Namibe, o que não corresponde à realidade.

2.3.1 - Génese e compartimentação da Bacia de Benguela

O enchimento sedimentar mesozóico e a estruturação que hoje exibem as bacias da margem continental de Angola são consequência da sua evolução tectónico-sedimentar durante o Cretácico inferior, contemporânea dos primeiros estádios de abertura do Atlântico Sul (Quesne *et al.*, 2009). À semelhança de outras bacias do litoral leste do domínio Atlântico, essa história inicial terá passado por uma extensa fase de *pré-rift* (Jurássico a Neocomiano); seguida de uma fase de *sin-rift*, em que a distensão terá sido particularmente importante (Barremiano a Aptiano), e de um longo intervalo

de post-rift com ocorrência de arrefecimento crustal e de detumescência térmica a larga escala (Quesne *et al.*, 2009; Guiraud *et al.*, 2010). A sucessão sedimentar e a compartimentação da Bacia de Benguela espelham, muito particularmente, esta evolução geodinâmica que decorreu entre o Neocomiano, Aptiano e Albiano (fig. 2.5).

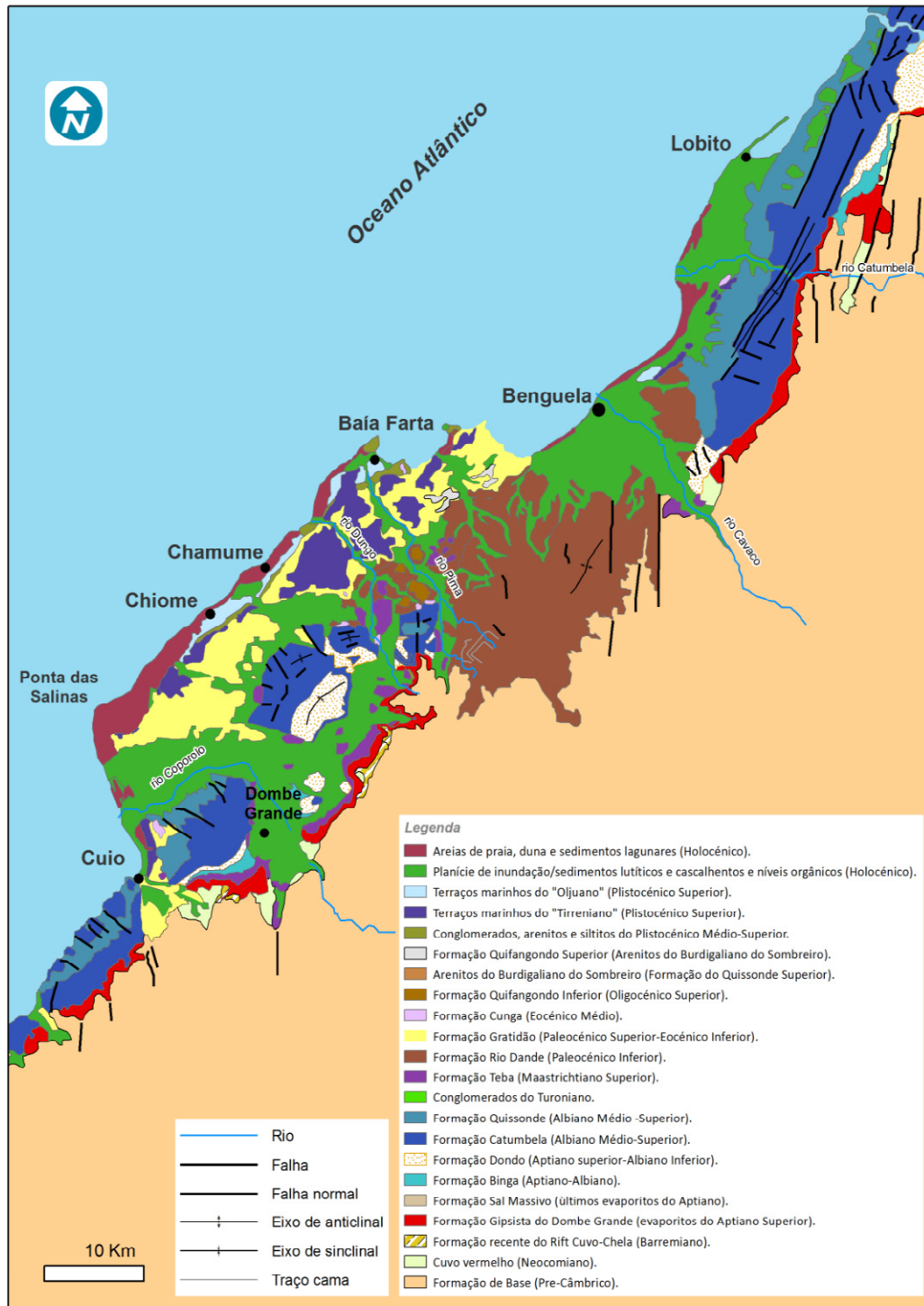


Figura 2.5 - Esboço geológico da Bacia de Benguela (Adapt. de Buta-Neto *et al.*, 2006).

A estratigrafia da Bacia de Benguela é constituída por séries sedimentares meso-cenozóicas com idades entre o Neocomiano (Barremiano) e o Quaternário, assentes sobre um soco ígneo e metamórfico do Proterozóico (Galvão e Silva, 1972; Starck *et al.*, 1991; Tavares *et al.*, 2007). As formações mais antigas afloram no Sudeste da *onshore* basinal e as mais recentes a Oeste e Noroeste, junto à atual faixa litoral. Para o entendimento da sua sucessão estratigráfica, génese e evolução são relevantes, ente outros, os trabalhos de Neto (1961), Antunes, (1964), Galvão & Portugal (1971), Galvão & Silva (1972), Diniz (1998, 2006), Duarte-Morais *et al.* (2006, 2010), Buta-Neto *et al.*, (2006), Tavares (2005), Tavares *et al.*, (2007), Quesne *et al.*, (2009) e Guiraud *et al.*, (2010).

Graças a estudos sedimentológicos (Buta-Neto, 2006) e paleontológicos (Tavares, 2006) sabe-se que, no Albiano, a sedimentação no seio da Bacia de Benguela ocorreu de forma compartimentada, sujeita a condicionamentos locais por acidentes estruturais com ligação ao *offshore* ou ao soco próximo. Esta atividade tectónica terá estado, também, intimamente ligada à tectónica salífera, dado que a Bacia de Benguela se caracteriza, como muitas outras bacias africanas, por uma extensa fase de sedimentação evaporítica durante o Cretácico inferior. Assim sendo, a sua evolução pós-Aptiana terá sido afetada por uma tectónica diapírica particularmente ativa, a qual afetou a sedimentação greso-carbonatada do atual *onshore*.

Desta forma, a Bacia de Benguela tem vindo a ser subdividida em quatro setores, distintos do ponto de vista estratigráfico e estrutural, designados como: Praia da Hanha, Catumbela Santa Clara-Uche e Dombe Grande-Cuio, este último objeto do presente estudo (Buta-Neto *et al.*, 2006; Tavares *et al.*, 2007; Quesne *et al.*, 2009):

- O setor da Praia da Hanha apresenta secções com alternâncias de margas e calcários margosos com amonóides e microfauna planctónica de *offshore*, indicadores dos biohorizontes H5 a H17 de Tavares(2005) eTavares *et al.* (2007).

Este conjunto regista particularmente bem a sucessão transgressiva do Albiano e sua deformação por fenómenos de halocínese. São frequentes os fenómenos de deslizamento intra-formacional, assim como dobramentos de tipo compressivo ou distensivos.



Fig 2.6 – Alternâncias de margas e calcários nos afloramentos do Cuio (Sector do Dombe Grande) e junto a estação mineral do Jomba, Lobito (Sector Praia da Hanha).

- O setor da Catumbela situa-se entre as cidades de Benguela e do Lobito, ao longo de 25 kms, e apresenta uma estruturação em blocos basculados e um enchimento sedimentar albiano particularmente espesso, que mitigou o desenvolvimento diapírico (Vendeville & Jackson, 1992). Alguns dos afloramentos mais espetaculares situam-se ao longo das vertentes do vale do Rio Catumbela (fig. 2.7).



Fig. 2.7 - Aspecto parcial espessa da sucessão carbonatada do Albiano (Formação Catumbela), próximo da vila da Catumbela.

Neste setor, os argumentos estratonómicos e paleontológicos permitem reconhecer uma rampa proximal greso-carbonatada espessa de *shoreface*, com sobreposição de depósitos progradantes, passando progressivamente a um talude distal em margas e argilitos de *offshore* (Tavares *et al.*, 2007).

-No sector de Santa Clara a espessura da sucessão pós-evaporítica é comparativamente interior, pelo que as intrusões diapíricas se fizeram sentir de uma forma muito mais incisiva e a Formação Sal Massivo funcionou como um tapete dúctil de elevada plasticidade, sobre o qual bascularam e deslizaram blocos estruturais da rampa carbonatada. intrusivos separam as jangadas de plataforma que se deslizam sobre a formação de Sal massivo (Vendeville & Jackson, 1992; Buta-Neto *et al.*, 2006).

- Em contraste evidente com os setores anteriores, o setor de Dombe Grande é caracterizado por inibição quase total da tectónica salífera, não obstante a presença da Formação Sal Massivo, mesmo em afloramento na estrada para o Cuio, e de toda a sucessão dolomítica e greso-carbonatada remanescente. A esta inibição não deverá ser estranha a proximidade do bordo sul da bacia e do alto estrutural a ela associado (figs. 2.8 e 2.9).

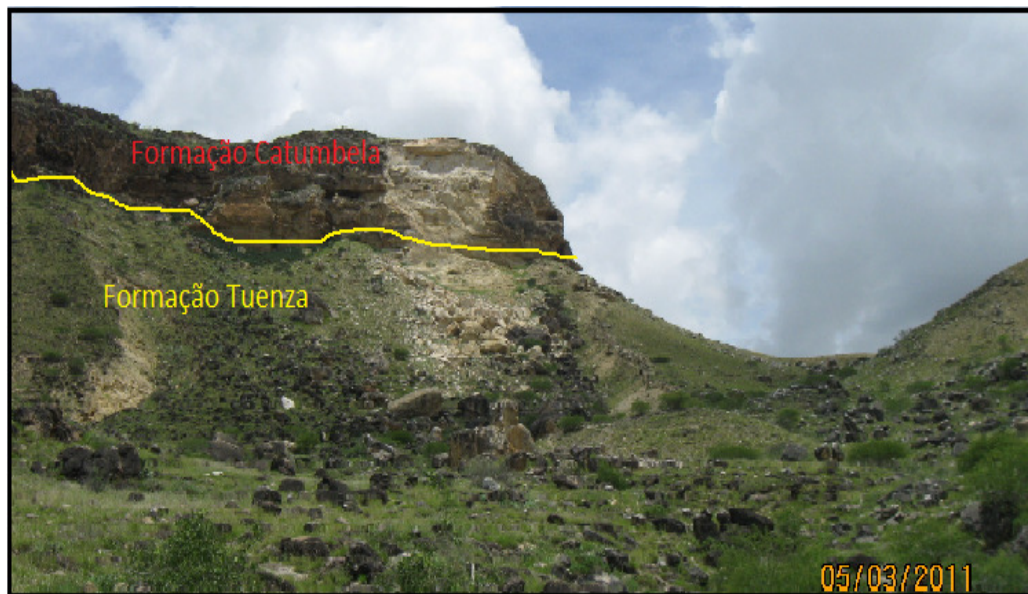


Figura 2.8 - Sobreposição da Formação Catumbela à Formação Tuenza no Sector Dombe Grande (estrada Dombe Grande - Cuio).

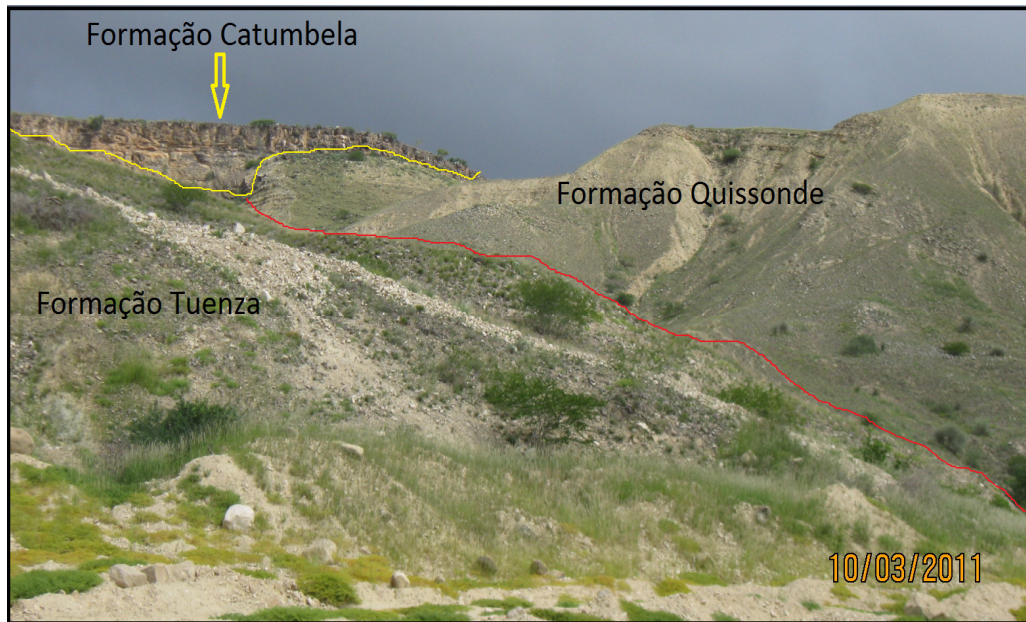


Figura 2.9 - Panorâmica do sector do Dombe Grande em que se observam extensos afloramentos das formações Tuenza, Catumbela, e Quissonde.

2.3.2 - Unidades litostratigráficas do Albiano da Bacia de Benguela

O Albiano é o mais recente dos andares do Cretácico inferior e subdivide-se em três partes, nomeadamente Albiano inferior, Albiano médio e Albiano superior, mediante reconhecimento biostratigráfico baseado em associações de amonóides e de certos grupos de microfósseis (*i.e.* foraminíferos planctónicos, ostracodos e dinoflagelados) com repartição geográfica reconhecida no Domínio Temperado e na Tétis. Segundo a síntese de Birkelund *et al.* (1983) os limites respetivos destes subandares correspondem à base da Biozona de *Leymeriella tardefurcata* e às primeiras ocorrências de *Lyelliceras lyelli* e *Dipoloceras crystatum*. Não obstante, as paleofaunas de amonóides de Angola são díspares das associações clássicas europeias, embora sejam possíveis correlações relativamente precisas, efetuadas de forma indireta, as quais permitiram precisar os intervalos de deposição das formações marinhas envolvidas.

Do ponto de vista litostratigráfico, o Albiano da Bacia de Benguela caracterizado pelas formações Tuenza, Catumbela e Quissonde, representadas na carta geológica do Lobito à escala 1:100.000 (Galvão & Portugal, 1971) (fig. 2.10).

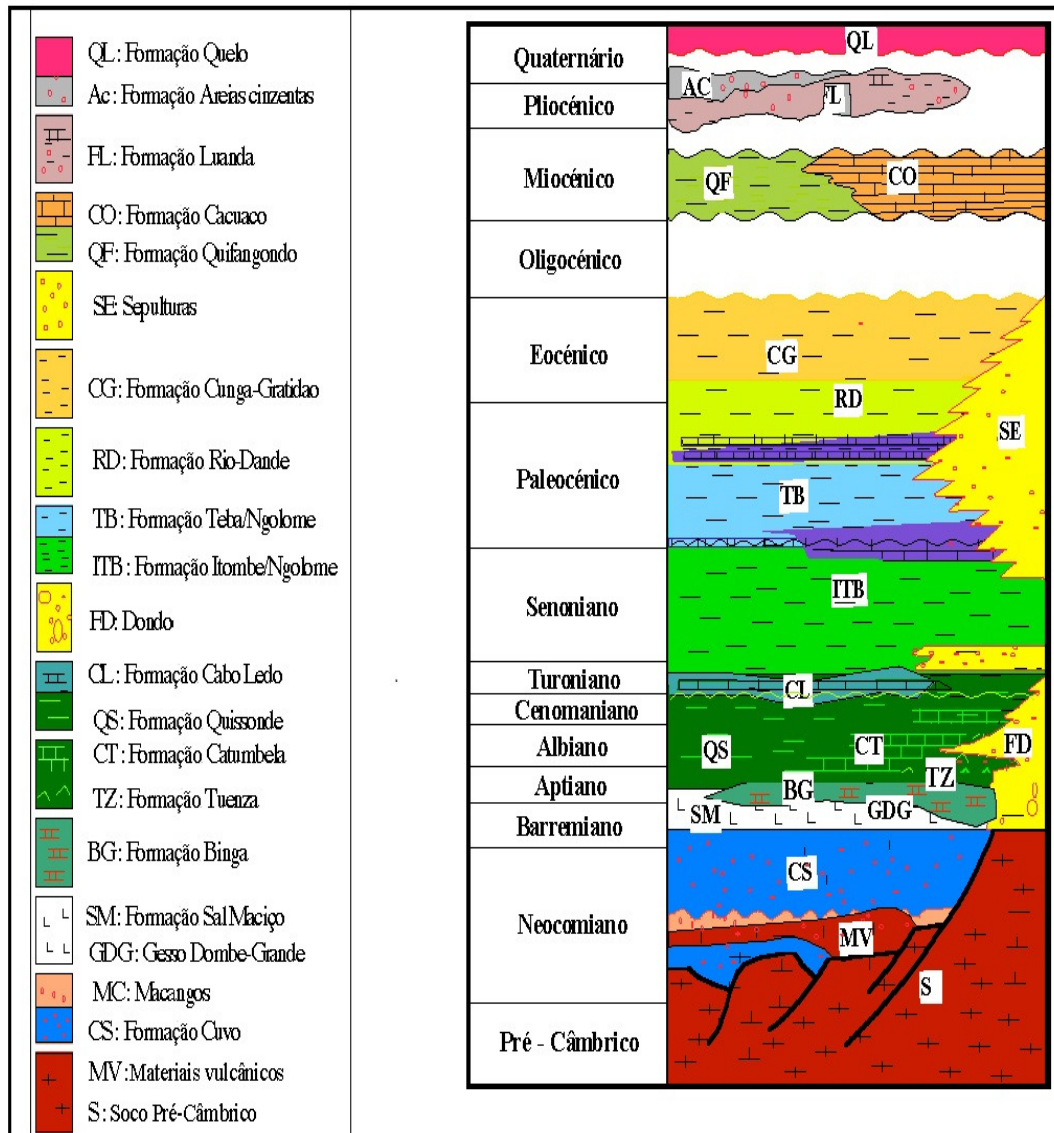


Figura 2.10 - Quadro estratigráfico da Bacia de Benguela (Modificado de Tavares *et al.*, 2006).

No entanto, o início do enchimento basinal é mais antigo, remontando ao Neocomiano (Formação Cuvo) (fig. 2.11) e consistindo primariamente num conjunto de corpos de origem detrítica grosseira, do tipo *red bed*, que assentam sobre o soco Pré-Câmbrio segundo uma compartimentação em blocos estruturais abatidos (Buta-Neto *et al.*, 2006; Guiraud *et al.*, 2010). Segue-se uma fase de enchimento tipicamente evaporítica e dolomítica no Barremiano-Aptiano, comum às restantes bacias angolanas (Formação Sal Maciço e Formação Binga) (fig. 2.12). As unidades albianas atrás referidas representam, deste modo, o enchimento marinho do primeiro grande ciclo transgressivo que afetou a margem angolana, durante a fase de detumescência térmica que se seguiu ao *rifting*.



Figura 2.11 - Unidades greso-conglomeráticas da Formação Cuvo a sul do Dombe Grande.

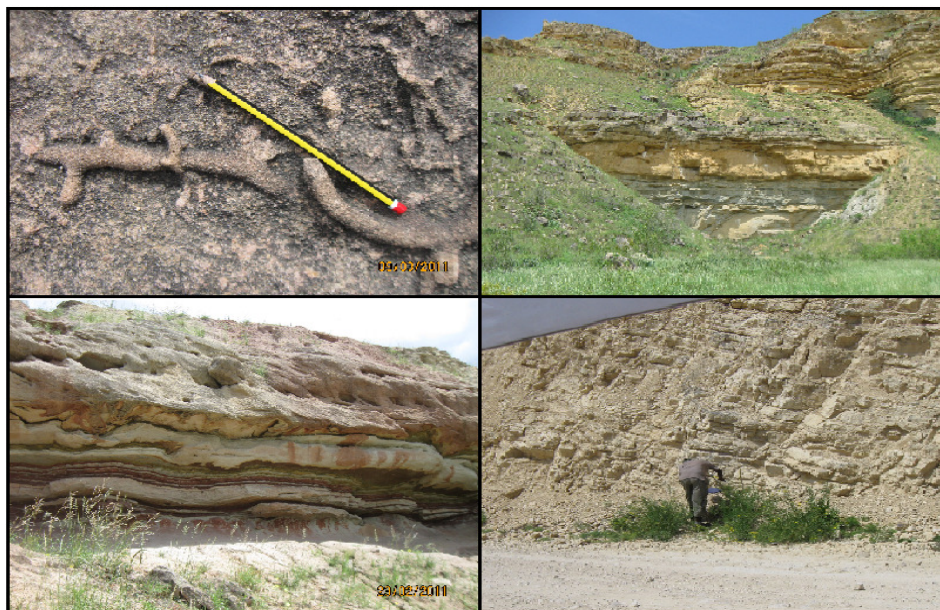


Figura 2.12 – Aspectos litológicos da Formação Binga, no setor Dombe Grande.

Assim, no contexto da Bacia de Benguela podem ser caracterizadas as seguintes formações de idade Albiana:

2.3.2.1 - Formação Tuenza

A sucessão sedimentar designada pela Formação Tuenza (*equivalente a "Formação de Nerinea"* Neto, 1961) regista o início do Albiano na Bacia de Benguela, através de fácies de transição de planície aluvial com sistemas de drenagem fluvio-deltáica

drenando para ocidente e dispostos em conexão com domínios internos de rampa carbonatada. Desta forma, estão presentes fácies fluviais e lagunares com grande variabilidade lateral, caracterizadas por arenitos de grão fino a grosseiro, argilitos e níveis clásticos, estes últimos compostos por conglomerados ou, ainda, calcários oncolíticos. Ocorrem, também, intercalações locais de gesso, em particular a norte do rio Coporolo e à entrada do Cuio (Quesne *et al.*, 2009).

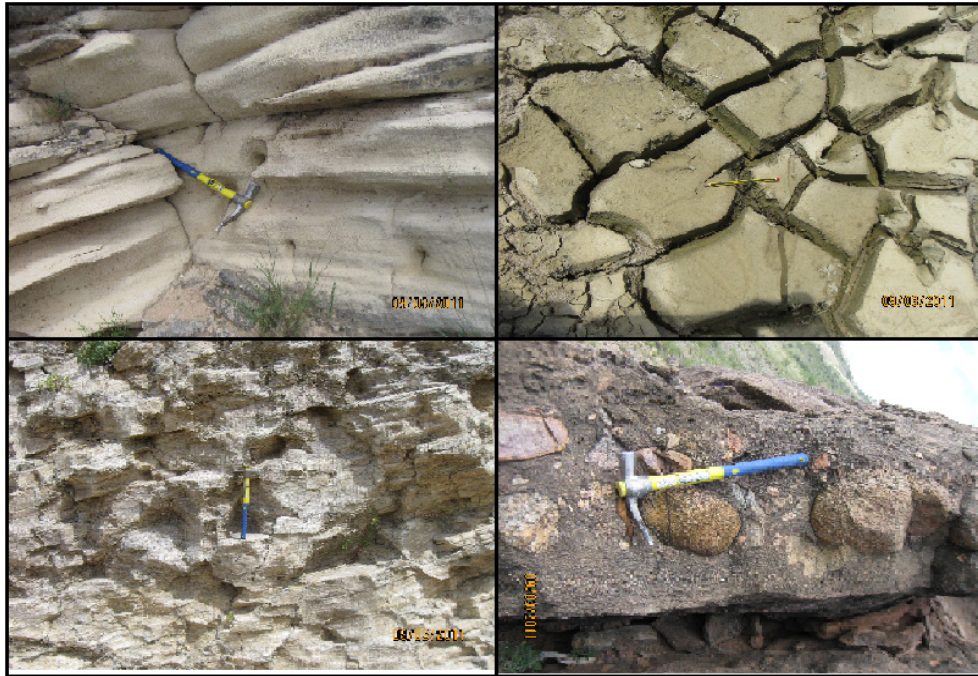


Figura 2.13 - Aspetos litológicos da Formação Tuenza no setor Dombe Grande.

No seu todo, a Formação Tuenza organiza-se segundo uma tendência sequencial regressiva e pode alcançar uma espessura de cerca de 200 metros (Duarte-Morais, 1996). Entre outros fósseis de paleoambiente de transição existentes nesta unidade, salientam-se *Nerinea capelloi*, *Cerithium monteroi*, *Choffat* (Neto, 1961, 1970) e raros fragmentos de amonites, tendo sido atribuída ao Albiano inferior (Buta-Neto *et al.*, 2006; Tavares *et al.*, 2007).

2.3.2.2 - Formação Catumbela

Esta Formação fixa-se sobre a Formação Tuenza, muitas vezes por meio de falhas (Galvão & Silva, 1972; Tavares *et al.*, 2007); é constituída essencialmente por calcários

brancos e/ou cinzentos, compactos, subcristalinos, maciços ou estratificados em camadas espessas, pisolíticos, oolíticos, incluindo por vezes grãos de quartzo e intercalados muitas vezes por calcarenitos. Estes calcários tendem a ser bastante fossilíferos, com fósseis de amonites e equinídeos com uma distribuição bastante irregular (Neto, 1961). Pode atingir uma espessura de aproximadamente 250 m (Galvão & Silva, 1972; Buta-Neto *et al.*, 2006) (fig. 2.13).

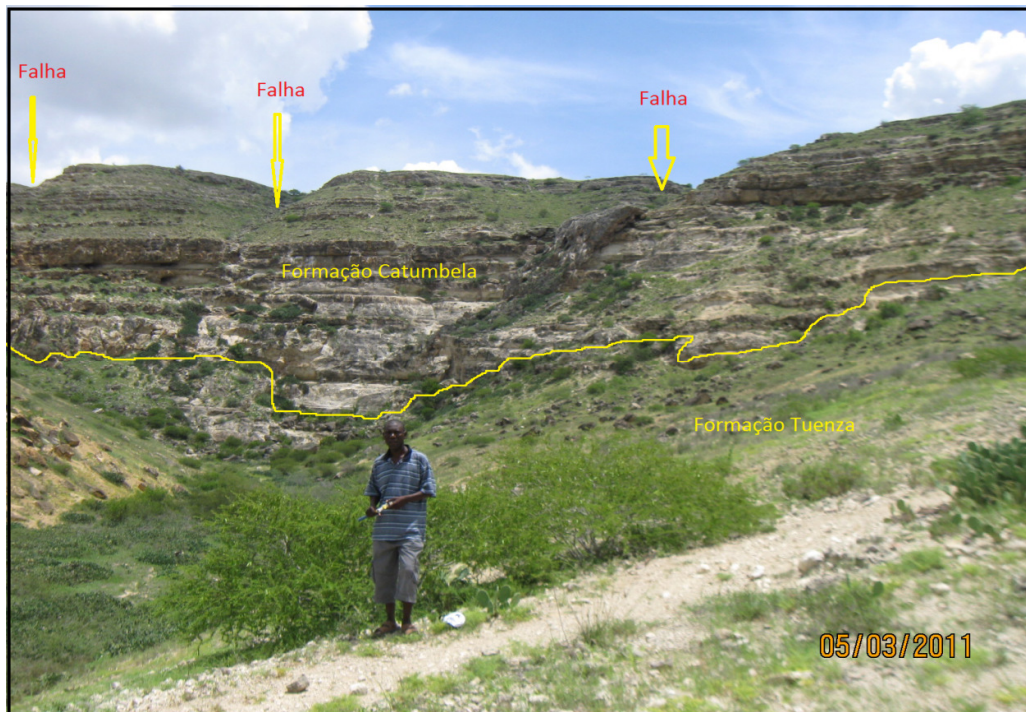


Figura 2.14 - Aspeto geral dos calcários maciços da Formação Catumbela no setor Dombe Grande.

No seu todo, a sucessão representativa da Formação Catumbela representa a instalação e evolução subsequente dos domínios mais internos de uma rampa carbonatada, os quais, em direção ao offshore interdigitavam com sedimentação margo-calcária de rampa externa, caracterizada pelas fácies da unidade seguinte.

2.3.2.3 - Formação Quissonde

Esta formação assenta em parte sobre a Formação Catumbela, num contexto claramente transgressivo da sedimentação. Os depósitos desta formação são essencialmente constituídos por margas, margas calcárias e calcários margosos de

offshore com abundantes elementos paleontológicos, macro e microfósseis, indicadores de sedimentação em meio pelágico, de rampa carbonatada externa (fig. 2.14). A macrofauna bentónica é relativamente pouco numerosa, em detrimento dos amonóides, estes sim com apreciável diversidade e suscetíveis de precisões biostratigráficas detalhadas, como as de Cooper (1976), Tavares (2005) e Tavares *et al.* (2007) (veja-se o capítulo seguinte). A sua espessura é considerável e atinge várias centenas de metros no *offshore* basinal.



Figura 2.15 - Aspeto das alternâncias calcário-marga e alguns fósseis de amonites e equinóides da Formação Quissonde no Dombe Grande.

2.3.2.4 - Formação Dondo

A Formação Dondo fixa-se paralelamente sobre a formação Quissonde e nela pode-se detectar um cúmulo regressivo detrítico constituído essencialmente por estratos de grés grosseiro, representando os estádios finais do grande ciclo sedimentar do Albiano na Bacia de Benguela. A sedimentação carbonatada virá a ser retomada, mais tarde, durante o Cenomaniano-Turoniano, por força dos grandes máximos esutáticos que se verificaram neste período da história da Terra.

III - PERFIS ESTRATIGRÁFICOS: A FORMAÇÃO QUISSONDE NO SETOR DOMBE GRANDE

3.1 - Descrição dos perfis estratigráficos

A base da Formação Quissonde (“Kisonde”, na língua local) caracteriza a generalidade da geologia local do maciço calcário do Dombe Grande no sector em estudo, situado frente ao grande vale fluvial do Rio Coporolo, nas imediações da aldeia de Kangululu. Dada a sua natureza carbonatada e relativamente distal no quadro da evolução paleogeográfica da Bacia de Benguela, esta unidade é caracterizada por uma sucessão monótona de litofácies margo-calcárias, dispostas em alternâncias de estratos com espessuras decimétricas a métricas e tons acinzentados e acastanhados.

Como se viu no capítulo anterior, a Formação Quissonde é uma componente fundamental do enchimento sedimentar do Albiano das bacias do Cuanza e de Benguela, do qual representa um contexto mais francamente marinho, transgressivo, por comparação com as restantes unidades litostratigráficas. Nas regiões do Lobito, Benguela, Cuio esta unidade é caracterizada por um conjunto de afloramentos com excelente exposição em locais atravessados por rios ou riachos e junto do mar onde as arribas são abruptas, ou ainda nos vales (dambas) devido à erosão contínua provocada pelas águas pluviais e pela acção eólica (Neto, 1970).

No maciço do Dombe Grande esta formação ocupa a parte norte, norocidental e ocidental, surgindo ainda, mais a sul, nas arribas do Cuio, no extremo meridional do *onshore* basinal. Os perfis estratigráficos levantados neste sector inserem-se num alinhamento de afloramentos que se estendem entre a aldeia de Kangululu e a pedreira da empresa de construção de estradas, ZAGOPE, Lda, a sul da mesma aldeia, designados, de sul a norte, DG1, DG2 e DG3 (fig. 1.6).

Segue-se a descrição sucinta destes perfis, atendendo às características sedimentares e paleontológicas peculiarmente estudadas.

3.1.1 - Perfil da pedreira da empresa ZAGOPE, Lda (DG1).

Localizado a cerca de 5 km a sul da aldeia de Kangululu e cerca de 8 km a NW da vila do Dombe Grande, apresenta as seguintes coordenadas geográficas e altimétricas: Latitude: 12° 54' 52.63"S; Longitude: 13° 04' 40.26"E; Altitude na base, 55 m (fig. 3.1).

O perfil apresenta uma espessura de cerca de 16,3 metros de sucessão vertical e cerca de 35 metros de cobertura conglomerática e argilosa de depósito de vertente no seu topo, perfazendo uma altura parcial do afloramento na ordem dos 51 metros, aproximadamente. No local foram estudados e medidos 72 estratos e recolhidas 29 amostras para determinação laboratorial de argilas (fig. 3.2).



Figura 3.1 - Vista parcial da Pedreira da ZAGOPE Lda e da sucessão estratigráfica das camadas.

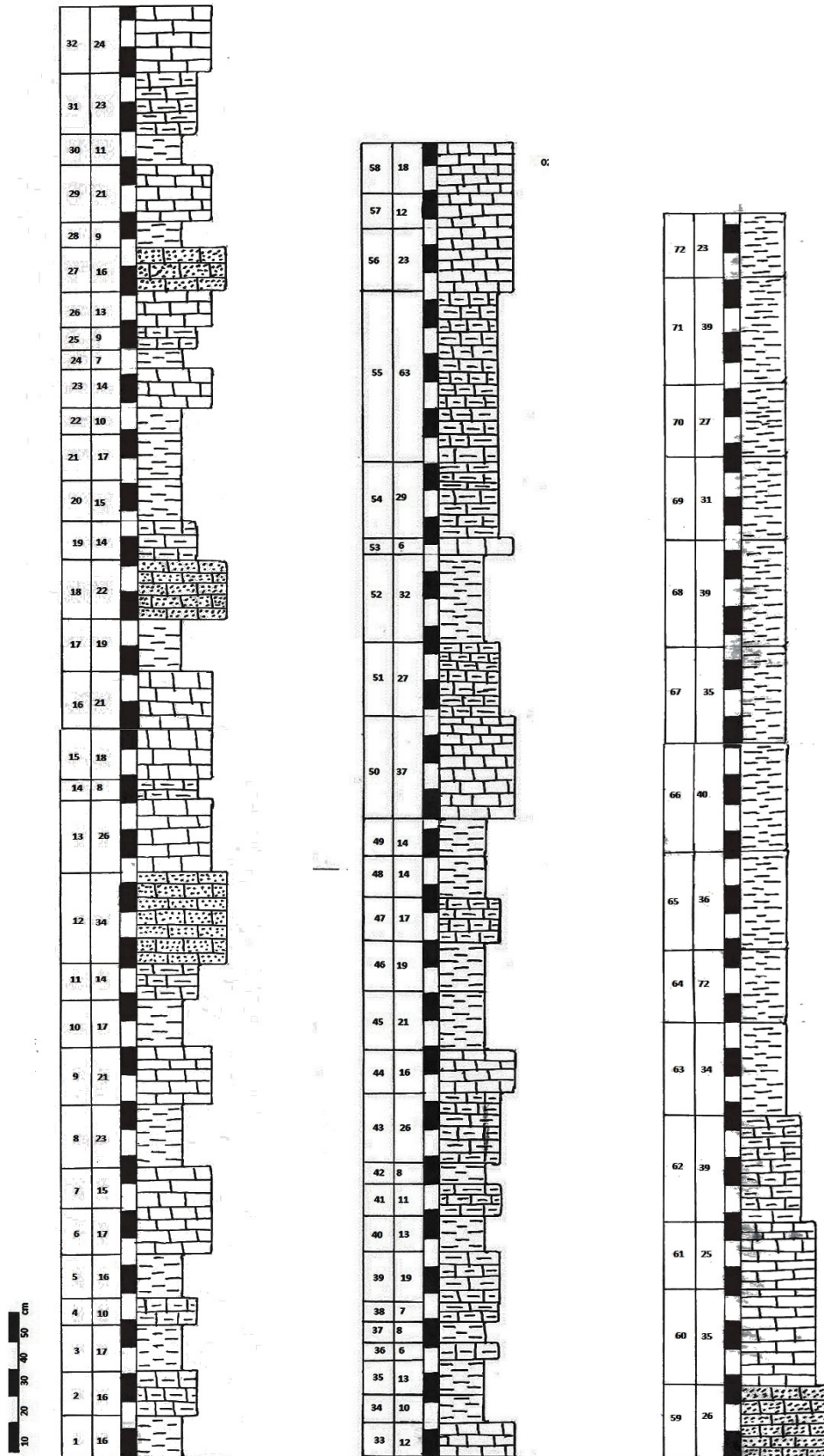


Figura 3.2 - Perfil estratigráfico DG1 (Pedreira da ZAGOPE Lda., Kangululu, Dombe Grande).

Basicamente o perfil é constituído de uma alternância mais ou menos regular de margas e calcários margosos com películas milimétricas de gesso de origem diagenética, dispostas entre os estratos. Já próximo do topo, a sucessão estratigráfica evolui nitidamente para o pólo margoso, passando a marga e a marga-calcária a serem os litótipos dominantes.

A fauna de invertebrados fósseis amostrada é escassa, o que indicia a sua pouca abundância nesta parte da sucessão, mas merece destaque a recolha *in situ* de um espécime de *Oxytropidoceras buarquianum* (White, 1887) na base da secção (est. I, fig. 1), o qual é indicador de uma idade compatível com a base do Albiano Médio (Cooper, 1982; Tavares, 2007); Foram também recolhidos fósseis de *Inoceramus* gr. *anglicus* (Woods, 1911) e *Pholadomya* sp. entre outros.

3.1.2 - Perfil do Afloramento DG2.

Localiza-se a cerca de 2 km a sul da aldeia de Kangululu e cerca de 9 km a NW da vila do Dombe Grande, junto à estrada de acesso entre estas duas povoações. Este afloramento está cortado por pequenas falhas normais com orientação NW-SE e apresenta as seguintes coordenadas geográficas e altimétricas: Latitude: 12° 53' 30.40"S; Longitude: 13° 05' 13.37"E; Altitude na base, 52 m (fig. 3.3).

O perfil apresenta uma espessura de cerca de 19,4 metros de sucessão vertical a que se segue uma extensa cobertura por depósitos de vertente grosseiros com blocos de calcário e frequentes artefactos líticos em quartzo, dispostos numa matriz margosa (figs. 3.4 e 3.5). Nesta secção mediram-se 108 estratos e foram extraídas 38 amostras litológicas, das quais 24 foram processadas nos laboratórios de Sedimentologia e de Raios-X do Departamento de Ciências da Terra da Universidade de Coimbra, para estudos dos cortejos de minerais de argila.

Este foi o mais rico afloramento dos três estudados pois nele foram colectados diversos fósseis nos seus estratos, nomeadamente amonóides, bivalves, gastrópodes e

equínideos. Outros ainda foram recolhidos soltos na base e no topo, ao não evidenciarem transporte de outros locais. Litologicamente é rico em calcários bioclásticos, compactos, de cor creme, com vénulas e alguns níveis margosos mostram por vezes manchas avermelhadas (incluindo nódulos de óxidos de ferro e de manganês e fragmentos de fósseis de bivalves, intercalados com margas da base ao topo, numa disposição relativamente regular. Este perfil termina com uma sucessão intercalada de calcários e calcários gresosos, sobrepostos por materiais de vertente.



Figura 3.3 - Aspectos do perfil DG2 e sua sucessão estratigráfica carbonatada. Notem-se as pequenas falhas normais que cortam a estrutura.

Da fauna recolhida (*ests. I e II*) destacam-se os amonóides *Douvilleiceras mammillatum* *aequinodum* (Queenstedt, 1849), *Puzosia bistricta* (White, 1887) e, junto à parte superior da secção, *Oxytropidoceras buarquianum* (White, 1887). Os restantes moluscos estão representados por moldes de *Pinna* sp.; *Tylostoma* sp. e *Pterocera* sp., sendo os equinídeos representados por *Hemiaster cf. proclivus* (Cotteau, Peron & Gauthier 1878) e *Orthopsis* sp. De acordo com o quadro biostratigráfico presentemente admitido para a Formação Quissonde (Cooper, 1982; Tavares, 2007), a secção DG2 regista a transição entre o Albiano inferior e o Albiano médio.

3.1.3. - Perfil do Afloramento DG3.

O perfil DG3 dista cerca de 100 metros, a norte do anterior, complementando-o lateralmente. Tem as seguintes geográficas e altimétricas: Latitude: 12° 53' 24.33"S; Longitude: 13° 05' 14.81"E; Altitude na base, 45 m. Foi levantado em talude da estrada, junto à entrada da aldeia de Kungululu (fig. 3.6).

No seu todo totaliza 9,6 metros de espessura e 49 estratos estudados e mensurados (figs. 3.7 e 3.8). Apresenta, também, uma cobertura de depósito de vertente no seu topo, numa extensão de cerca de 200 metros, semelhante às anteriores. Foram recolhidas 33 amostras para determinações litológicas, das quais 19 foram remetidas para laboratório, com vista ao estudo das argilas.

De igual modo, a sua litologia não se distancia em grande com a do perfil anterior, DG2. Apresenta porém, na sua base, uma série de calcários gresosos que se vão intercalando com calcários e margas e, já próximo do topo, algumas argilas. Podem-se observar, ao longo do perfil, calcários margosos e dolomíticos, amarelados e/ou acastanhados, por vezes com cristais de calcite e pontuações ferruginosas.

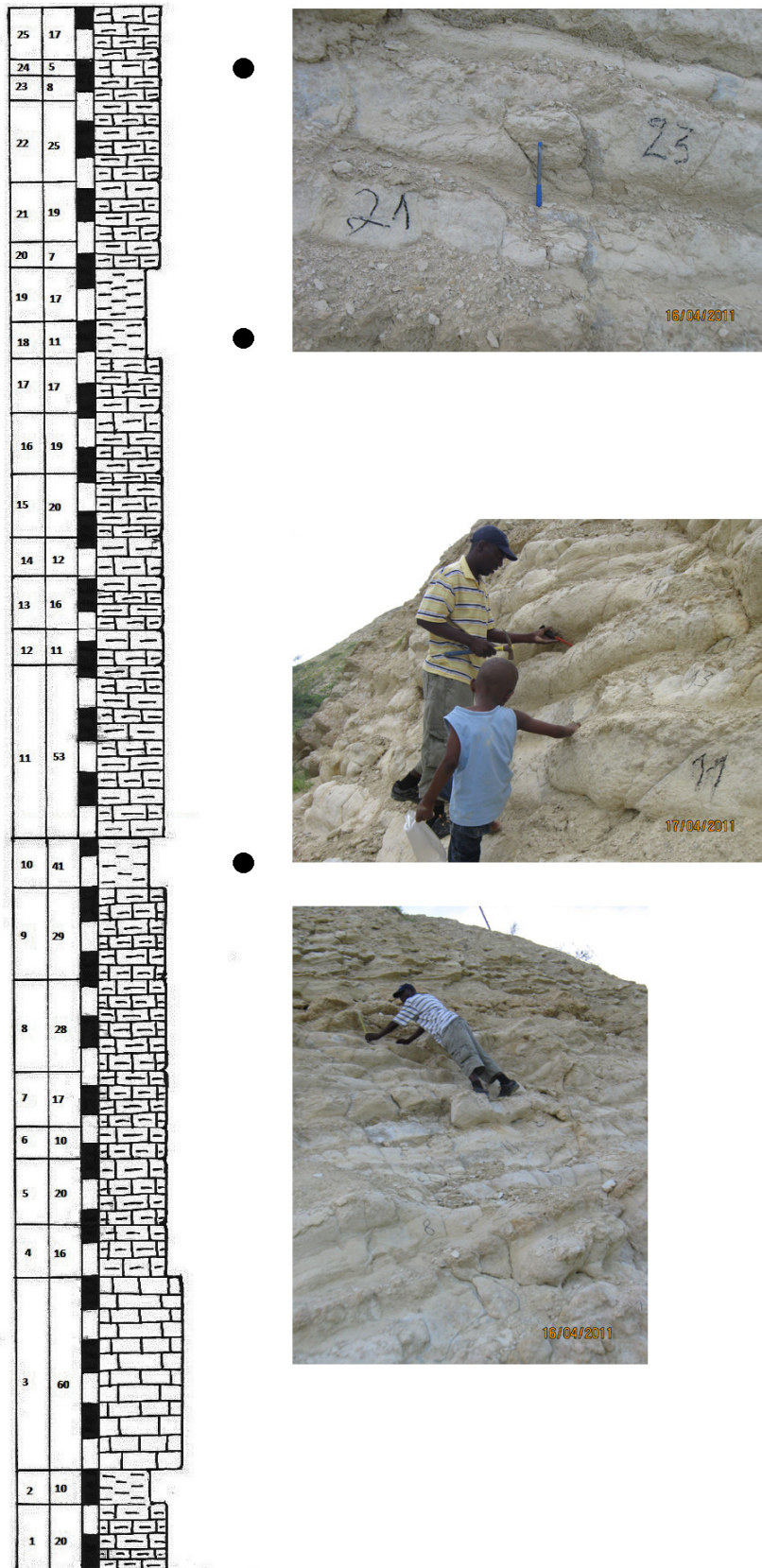


Figura 3.4 - Perfil estratigráfico DG2 (base) situado na estrada de Kanguululu, Dombe Grande. Os círculos negros indicam a localização das amostras recolhidas para estudo de argilas.

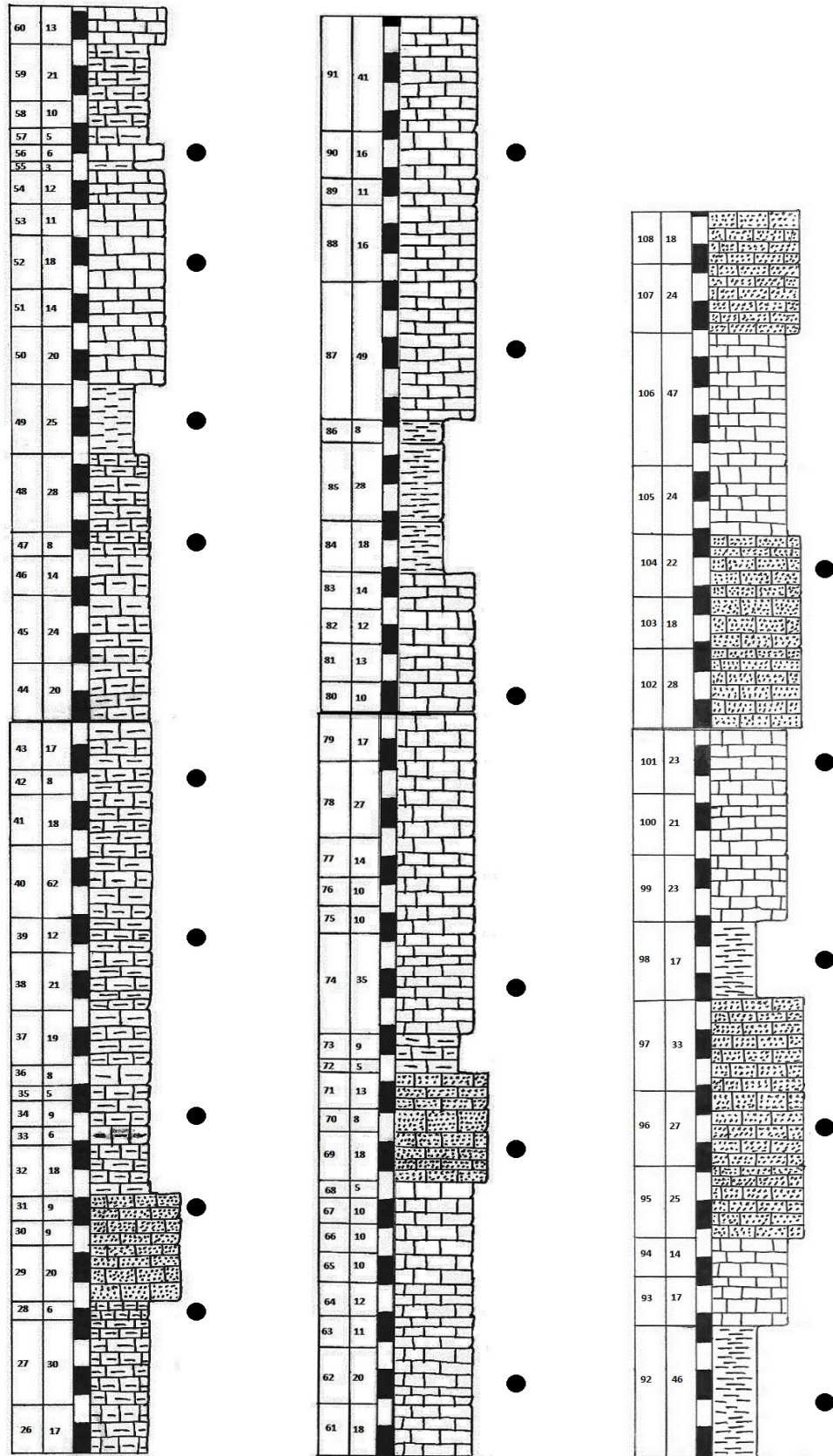


Figura 3.5 - Perfil estratigráfico DG2 (continuação da figura anterior). Os círculos negros indicam a localização das amostras recolhidas para estudo de argilas.

Os fósseis recolhidos (*ests. I e II*) compreendem moldes compostos dos amonóides *Douvilleiceras mammillatum aequinodum* (Queenstedt, 1849) e *Puzosia bistricta* (White, 1887), para além de diversos bivalves, gastrópodes e equinóides: *Veneridae gen. sp. indet.*; ?*Aporrhais sp.*; ?*Semicassis sp.*; *Melongenidae gen. sp. indet.* *Ampullina sp.*, *Orthopsis sp.*



Figura 3.6 - Aspetos do perfil DG3 e sua sucessão estratigráfica carbonatada.

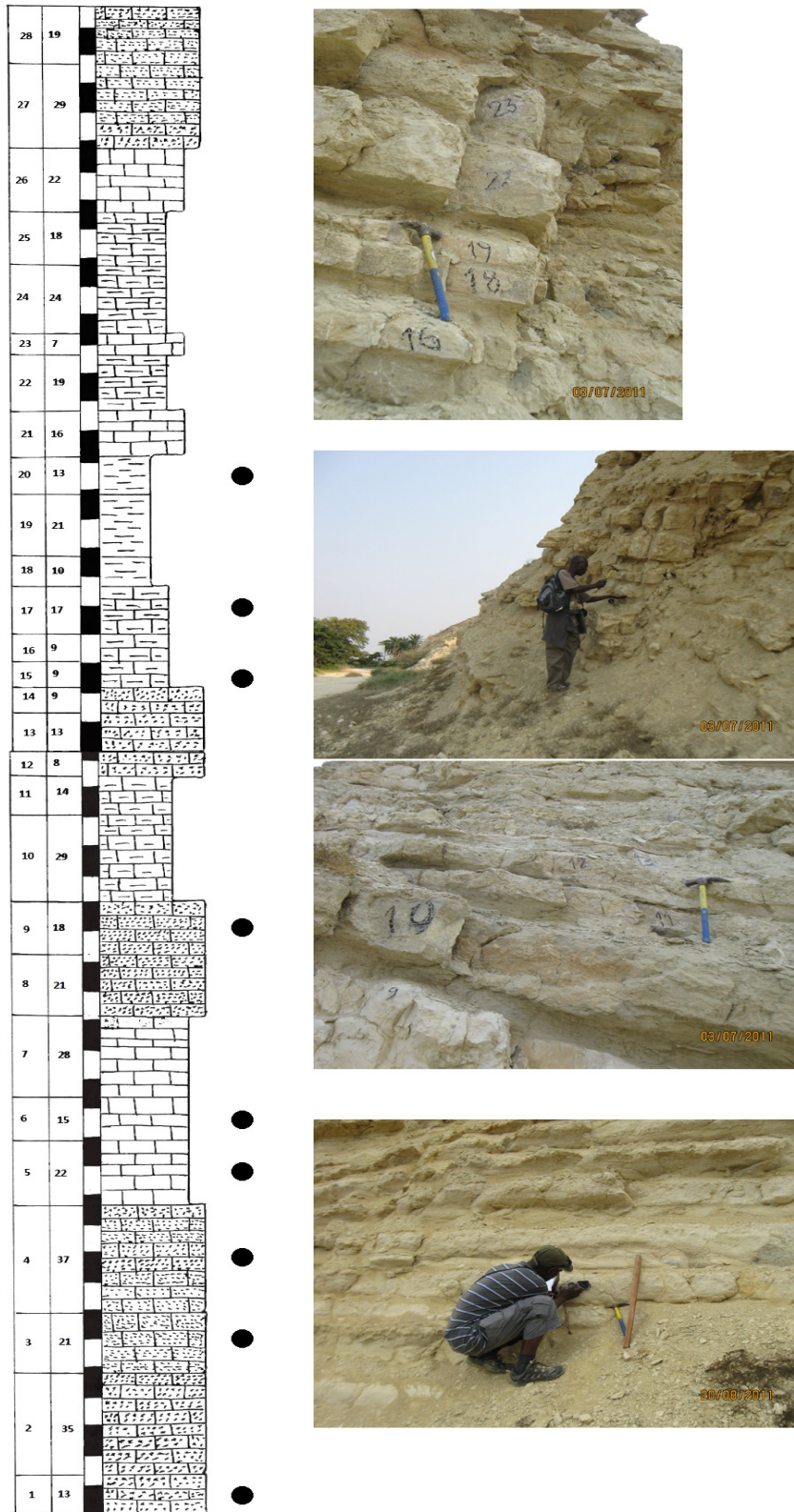


Figura 3.7 - Perfil estratigráfico DG3 (base) situado junto a Kangululu, Dombe Grande. Os círculos negros indicam a localização das amostras recolhidas para estudo de argilas.



Figura 3.8 - Perfil estratigráfico DG3 (continuação da figura anterior). Os círculos negros indicam a localização das amostras recolhidas para estudo de argilas.

3.2. - Fácies e ambiente sedimentar

De uma forma geral, o sector estudado no Dombe Grande apresenta fácies representativas de deposição a partir do Albiano Inferior, correspondendo à Formação Quissonde. Nos perfis acima descritos podemos distinguir os seguintes litótipos: calcários margosos, calcários gresosos e greso-margosos, margas calcárias e margas. O gesso também está presente, como acima se referiu, sob a forma de películas milimétricas dispostas entre os estratos e nem sempre com eles concordantes, denunciando uma origem diagenética a que a proximidade de um núcleo evaporítico subjacente não é estranha.

O calcário margoso é omnipresente e dispõe-se em estratos tabulares com espessuras que variam entre 8 a 60 cm, relativamente compactos. É micrítico, acinzentado, às vezes amarelado ou escurecido em função do teor de argilas, óxidos e/ou hidróxidos de ferro. Na natureza calcilitítica, consiste, na sua maior parte em *wackstones* com microfósseis variados.

A presença de calcário gresoso ou margo-gresoso em diversos pontos das secções estudadas denuncia, por sua vez, a relativa proximidade de uma fonte de afluxo de materiais siliciclásticos finos, situada no soco ao tempo aflorante na bordadura da bacia.

Por fim, a marga calcária e a marga são igualmente abundantes e tendem a formar alternâncias com os estratos anteriores, nomeadamente os de calcário margoso. São geralmente de cor cinzenta-escura ou mesmo escuras com laminação paralela, algumas vezes com pistas e outros icnofósseis. Oscilam, em espessura, entre os 5 e 25 cm. São friáveis podendo desagregar-se com facilidade, principalmente quando submetidos a condições de humidade.

De acordo com a natureza das litofácies expostas e sua alternância que denota certa ritmicidade, as secções estudadas registam uma sucessão carbonatada que se enquadra num típico ambiente sedimentar de rampa carbonatada. Neste quadro, o contexto do Dombe Grande ocuparia uma posição relativamente distal, dada a abundância de amonóides e a relativa escassez de macrofauna bentónica. Não

obstante, a distância à bordadura da bacia não era tão significativa como isso, dado que o afluxo de materiais terrígenos arenosos e siltsosos ainda se fazia sentir. Este modelo faciológico e paleogeográfico enquadra-se com as observações de outros estudos para o conjunto do Albiano da Bacia de Benguela, nomeadamente Buta-Neto *et al.* (2006), Tavares *et al.* (2007) e Guiraud *et al.* (2010).

3.3. - Biostratigrafia de amonóides e idade

As considerações de natureza biostratigráfica sobre a Formação Quessonde têm vindo a fundamentar-se, sobretudo, na análise das associações de amonóides nela existentes e seu significado no quadro das faunas cretácicas da Tétis, incluindo as da Europa, Norte de África, Brasil e costa Oeste-africana e África do Sul. Embora recuando aos trabalhos pioneiros de Paul Choffat, onde estes temas começaram por ser tratados, ainda que de forma incipiente por falta de estudos no campo, salientam-se sobretudo os estudos de Houghton (1925), Haas (1942), Sornay (1951, 1953), Howarth (1965), Cooper (1976, 1982, 2003a, 2003b), Collignon (1978), Cooper & Kennedy (1979), Tavares (2005) e Tavares *et al.* (2007).

Em concreto, o quadro biostratigráfico admitido presentemente para o Albiano da bacia de Benguela baseia-se, fundamentalmente, nos últimos dois destes trabalhos, sendo que o sector do Dombe Grande beneficiou, em larga medida, do estudo de Cooper (1982) relativo a diversos perfis efetuados na região.

Para o presente trabalho e tendo em conta que este constitui mais um estudo de caso que complementa os anteriores, é considerado o esquema proposto por Tavares *et al.* (2007), no qual são considerados 17 biohorizontes com associações de amonóides no seio da Formação Quissonde (fig.3.9). Segundo estes autores, os biohorizontes propostos repartem-se por 8 biozonas com significado inter-regional dentro do domínio sul-atlântico da Tétis, das quais a primeira representa o Albiano inferior, as duas seguintes o Albiano médio e as restantes a parte superior deste Andar.

No estudo efetuado, a presença de diversos espécimes de *Douvilleiceras mammillatum aequinodum* (Queenstedt, 1849) e de *Puzosia bistricta* (White, 1887)

| Stages | Collignon, 1978 | | Cooper (1976, 1982) Cooper et Kennedy, 1979 | | Present work | |
|---------------|-----------------|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|
| | Levels | Faunal associations | Zones | Faunal associations | Sub-zones | Horizons |
| ALBIAN | Higher level | <i>Phylloceras</i> (<i>Hyporbulites</i>) <i>seresitense</i> | <i>Stoliczkaia clavifera</i> | <i>Mortoniceras</i> (<i>Durnovarites</i>) gr. <i>ishiguaiense</i> | <i>M. (S.) rostratum</i> | ? |
| | | <i>Hamites</i> (<i>Stomohamites</i>) <i>funatus</i> | | <i>M. (Angolaites) simplex</i> | | <i>M. (A.) vicina</i> H17 |
| | | <i>Anisoceras</i> aff. <i>armatum</i> | | <i>M. (A.) gregoryi</i> | | <i>M. (A.) vicina</i> H16 |
| | | <i>A. saussureanum</i> | | <i>M. (A.) vicina</i> | | <i>M. (S.) rostratum</i> H15 |
| | | <i>A. perarmatum perarmatum</i> | | <i>Desmoceras latidorsatum</i> | | |
| | Middle level | <i>A. perarmatum angolatum</i> | <i>D. reyesianum</i> | <i>M. (Durnovarites) perinflatum</i> | <i>E. conditum</i> | <i>E. raymondi</i> H14 |
| | | <i>A. picteti</i> | <i>Phylloceras</i> (<i>Hypophylloceras</i>) <i>seresitense tantit</i> | | | <i>E. conditum</i> H13 |
| | | <i>A. subarcuatum</i> | <i>Idiohamites spiniger</i> | | | <i>E. angustum</i> H12 |
| | | <i>A. pseudoelegans</i> | <i>Anisoceras perarmatum</i> | | | |
| | | <i>A. renzi</i> | <i>Anisoceras</i> <i>perarmatum</i> | | | |
| UPPER ALBIAN | Middle level | <i>A. teixeirai</i> | <i>Elobiceras elobienne</i> | <i>P. wordiei</i> | <i>M. (subgenus?) rochai</i> H11 | |
| | | <i>Idiohamites subspiniger</i> | | | <i>M. (Deiradoceras) sp.</i> H10 | |
| | | <i>Pseudohelicoceras</i> sp. | | | <i>M. (M.) angolatum</i> H9 | |
| | | <i>Durnovarites perinflatus</i> | | | <i>M. (D.) depressum</i> | <i>M. (M.) pricei intermedium</i> H8 |
| | | <i>M. (D.) cf. quadratum</i> | | | <i>M. (D.) cf. quadratum</i> | |
| | Lower level | <i>D. subquadratus</i> | <i>M. aequatoriale</i> | <i>Neokentoceras curviconu</i> | <i>M. (M.) stoliczkai</i> | <i>M. (M.) stoliczkai</i> A-B H6 |
| | | <i>D. autnesi</i> | <i>M. lampasense</i> | | | <i>M. (M.) stoliczkai</i> H5 |
| | | <i>D. rectangularis</i> | <i>M. subrotundum</i> | | | |
| | | <i>D. netoi</i> | <i>M. robustum</i> | | | |
| | | <i>D. angolans</i> | <i>M. striatum</i> | | | |
| MIDDLE ALBIAN | Middle level | <i>D. irregularis</i> | <i>Prohystero-ceras wordiei</i> | <i>H. choffati</i> | <i>Dipoloceras</i> sp. H4 | |
| | | <i>Neokentoceras spathi</i> | | | <i>M. (Stryphloceras)</i> | <i>O. (M.) biarquianum</i> H3 |
| | | <i>N. speciosum var. haasi</i> | | | <i>M. (Stryphloceras)</i> | <i>O. (M.) biarquianum</i> H2 |
| | | <i>N. pseudoarcuatum compressa</i> | | | <i>M. (Stryphloceras)</i> | |
| | | <i>Stoliczkaia rhamnosa</i> | | | <i>M. (Stryphloceras)</i> | |
| | Lower level | <i>S. notha var. ultima</i> | <i>M. (Boesites) stoliczkai</i> | <i>Neokentoceras curviconu</i> | <i>M. (M.) stoliczkai</i> | <i>D. aequinodum</i> H1 |
| | | <i>S. dorsetensis</i> | <i>M. (B.) romeri</i> | | | |
| | | <i>S. dorsetensis var. compressa</i> | <i>M. (B.) perarmatum</i> | | | |
| | | <i>S. tenuis</i> | <i>M. (B.) barbouri</i> | | | |
| | | <i>S. reyre</i> | <i>M. (B.) howelli</i> | | | |
| LOWER ALBIAN | Middle level | <i>S. renzi</i> | <i>Neokentoceras curviconu</i> | <i>M. (M.) stoliczkai</i> | | |
| | | <i>S. renzi var. crassecostata</i> | | | <i>M. (B.) proteus</i> | |
| | | <i>D. latidorsatum var. inflata</i> | | | <i>M. (Rusoceras) browni</i> | |
| | | <i>Prohystero-ceras dubium</i> | | | <i>M. (Rusoceras) browni</i> | |
| | | <i>P. wordiei var. compressa</i> | | | <i>Prohystero-ceras dubium</i> | |
| | Lower level | <i>Hystero-ceras intermedium</i> | <i>P. decipiens</i> | <i>Neokentoceras curviconu</i> | <i>M. (M.) stoliczkai</i> | |
| | | <i>H. orbigny var. minor</i> | <i>P. hanhaense</i> | | | |
| | | <i>H. carinatum</i> | <i>Neoharporoceras angolatum</i> | | | |
| | | <i>H. carinatum var. haasi</i> | <i>"N. conditum"</i> | | | |
| | | <i>H. semileve var. densicostata</i> | <i>Phylloceras</i> (<i>Hypophylloceras</i>) <i>seresitense</i> | | | |

Figura 3.9 - Horizontes biostratigráficos e associações de amonóides do Albiano marinho da Bacia de Benguela (segundo Tavares et al., 2007).

nas secções DG2 e DG3 mostra inequivocamente que o sector considerado é representativo da base da Formação Quissonde, sendo que esta, no Dombe Grande remonta ao topo do Albiano inferior, facto que não se verifica noutros setores mais internos do *onshore* basinal, por força da diacronia existente e variações laterais de fácies com relação à Formação Catumbela.

Por conseguinte, as secções DG2 e DG3 registam o biohorizonte H1 de Tavares *et al.* (2007), correspondente a parte da Biozona de Douvilleiceras *mammillatum*, fundamentada em faunas com Douvilleiceras, um género tipicamente do Albiano Inferior (Whright *et al.*, 1996) (fig. 3.10).

Não obstante, há que salientar a ocorrência de espécimes de Oxytropidoceras *buarquianum* (White, 1887), em geral soltos, no terço superior de DG2. Esta espécie indica, por sua vez, a presença da base do Albiano médio, através do biohorizonte H2 de Tavares *et al.* (2007), correlativo em parte da Biozona de Lyelliceras *lyelli*.

Com relação à secção apresentada por estes últimos autores, para o Dombe Grande, o presente estudo complementa a sua parte inferior, dado que nela foram reconhecidas unicamente associações de amonóides do Albiano Superior, representativas dos biohorizontes H4, H8 e H10. As secções DG1, DG2 e DG3, acima apresentadas, são também correlativas da sucessão exposta nas arribas situadas a sul da aldeia do Cuio, esta sim rica em amonóides do Albiano Inferior e médio.

Em termos de posicionamento biostratigráfico resta dizer, por fim, que dos elementos da macrofauna recolhidos para além dos cefalópodes, a presença de um exemplar do bivalve cosmopolita *Inoceramus gr. anglicus* (Woods, 1911) indica claramente a presença de Albiano, sendo que a espécie tipo ocorre no *Gault* da Bacia Anglo-Parisiense. Os equinídeos também são tipicamente albianos, sendo que o taxon *Hemiasper proclivus* (Cotteau, Peron & Gauthier 1878) ocorre igualmente no Brasil, conforme estudos recentes o comprovam (Manso & Hessel, 2012).

IV – CORTEJOS ARGILOSOS

O termo *argila*, em Pedologia, é geralmente limitado às partículas minerais com diâmetro inferior a 0,002 mm. Em Geologia o termo não se aplica com igual rigor, mas pode dizer-se que os materiais predominantes nos sedimentos que os geólogos denominam argilas são de facto argilas no sentido pedológico (Costa, 2010). A argila origina-se alteração de rochas, que está associada à fragmentação em partículas muito pequenas. As argilas são plásticas e têm elevada capacidade de retenção para a água mas, suas características variam consideravelmente consoante a composição mineralógica. Fazem parte da família dos filossilicatos hidratados, aluminosos, de baixa cristalinidade. Normalmente as jazidas de argilas são formadas pelo processo de depósito aluvial ou seja, as partículas menores e portanto mais leves, são levadas pela corrente de água e depositadas nos lugares onde a força hidrodinâmica já não é suficiente para mantê-las em suspensão (Gomes, 1986; Costa, 2010).

Os minerais argilosos têm como base da sua formação os seguintes materiais:

- minerais primários;
- minerais argilosos pré-existentes;
- suspensões coloidais;
- iões em solução aquosa.

Estes materiais proporcionam a formação de minerais argilosos que se podem classificar em três grupos:

- minerais de neoformação – os minerais formados pela primeira vez;
- minerais argilosos transformados – os resultantes de modificações físicas, químicas e mineralógicas em minerais argilosos pré-existentes;

- minerais argilosos herdados – os que resultam da divisão física com eventual mas ligeira alteração química e estrutural de minerais argilosos pré-existentes (Gomes, 1986, p93).

Durante o trabalho de campo foram colectadas algumas amostras para determinação da natureza da fracção argilosa. A metodologia adoptada, os resultados obtidos e uma interpretação dos resultados à luz do contexto geológico das unidades estudadas estão apresentados a seguir.

4.1. Metodologia

A composição mineralógica da fracção inferior a 2 μ m foi determinada em 42 amostras dos perfis DG2 e DG3 por difracção de raios X (DRX). Foi utilizado um difratómetro de RX Philips PW 3710 a partir da interpretação dos difratogramas fornecidos pelo software APD 3.6J-Automatic Powder Diffraction da Philips. As amostras seleccionadas foram previamente descarbonatadas com ácido acético diluído a 10%. Para tal, foram sujeitas a ataque ácido com sucessiva renovação do ácido até deixar de haver efervescência. O resíduo seco obtido da descarbonatação foi posteriormente agitado até se obterem suspensões uniformes. Para obter estas suspensões foi, por vezes, necessário juntar 2-3 gotas de amónia diluída a 10% e lavar com água desionizada. A fracção inferior a 2 μ m foi então separada por centrifugação, segundo a lei de Stokes, e montada em lâminas sedimentadas.

As lâminas sedimentadas passaram no RX com um avanço de 1,2 $^{\circ}$ /minuto. Fizeram-se inicialmente ensaios em lâminas normais, sem qualquer tratamento, no intervalo de 2 a 30 $^{\circ}$. Posteriormente, as lâminas foram sujeitas a tratamentos por glicol (48 horas) e aquecimento (550 $^{\circ}$ C durante 2 horas) seguidos de novas passagens de DRX (2-15 $^{\circ}$). As estimativas de quantificação foram realizadas sobre as lâminas normais com base na área de picos de difracção característicos. Refira-se que os resultados obtidos por este método são semi-quantitativos, tratando-se de meras aproximações às proporções reais presentes nas amostras (More e Reynolds, 1997; Kahle et al., 2002).

4.2. Resultados

De acordo os resultados obtidos nas 42 amostras verifica-se a presença sistemática da associação esmectite-ilite-caulinite (Figuras 4.1 e 4.2). Abaixo apresenta-se uma descrição detalhada dos resultados para os dois perfis estudados.

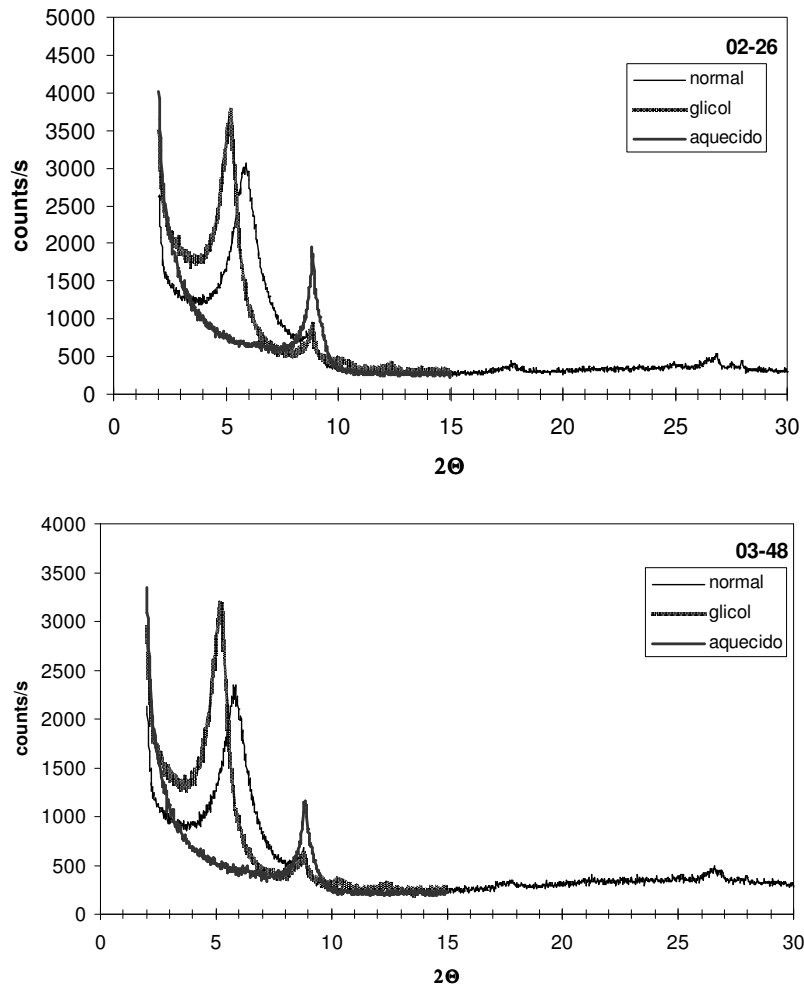


Figura 4.1 - Exemplo de difratogramas obtidos para amostras dos perfis 2 e 3. Note o claro domínio de argilas expansivas e escassez de caulinite.

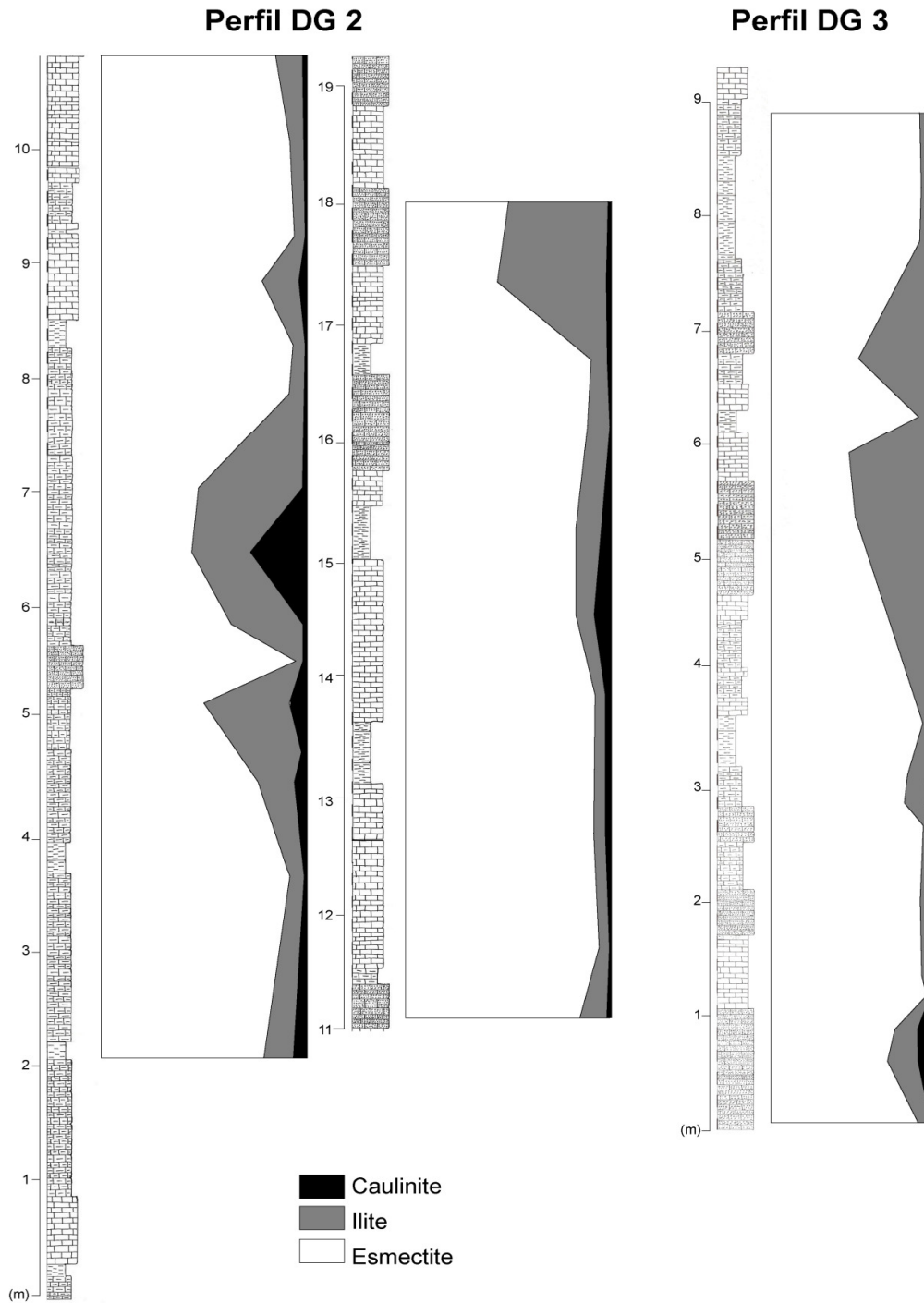


Figura 4.2 - Associações de minerais argilosos nos perfis DG2 e DG3.

No perfil DG2 a esmectite é geralmente dominante e só em três amostras é que não está representada em maior quantidade que o somatório dos restantes minerais. As proporções deste mineral variam entre 44 e 94 % com o valor médio de 69%. A ilite é quase sempre o segundo mineral mais comum, variando entre 4 e 53%, com percentagem média de 28 %. A ilite surge em quantidade mais elevadas ou comparáveis à esmectite em quatro amostras, três na metade inferior e uma próximo do topo. A caulinite surge com uma proporção média de 14 %, variando entre 1 e 27 %. Trata-se quase sempre do mineral menos comum dos três minerais argilosos identificados. Apenas numa amostra, que apresenta quantidades relativamente baixas de esmectite, a caulinite surge claramente mais bem representada que a ilite. No perfil DG2 não se nota qualquer tendência de variação na dependência da litologia minimamente consistente.

No perfil DG3, a esmectite é claramente dominante, surgindo, com exceção de uma amostra, em maiores quantidade que o somatório dos restantes minerais. Apresenta-se em proporções médias de 72 % variando entre 48 e 97%. A ilite é geralmente o segundo mineral mais comum, surgindo em quantidades muito variáveis, entre 2 e 51%, com frequência média de 27%. Numa amostra, localizada em posição central do perfil, a ilite surge como o mineral mais comum. A caulinite é quase sempre menos frequente que a ilite e está sempre em quantidade muito inferiores à esmectite. Em média, a percentagem de caulinite é de 5 %, variando entre 1 e 8 %. É frequente notar quantidades relativamente mais baixas de esmectite em camadas mais calcárias e organo-detríticas, contrastando com as camadas mais margosas nas proximidades.

Em síntese, verifica-se um domínio da esmectite sobre a ilite e, destas sobre a caulinite. Só numa amostra no perfil DG2 (a0290) e outra no perfil DG3 (0348) é que a caulinite surge em maiores quantidades que a ilite. A projecção das proporções de esmectite contra a relação caulinite/ilite revela que as amostras com menores quantidades de esmectite também tendem apresentar menores relações caulinite/ilite; as amostras com quantidades mais elevadas de esmectite, por sua vez, apresentam relações caulinite/ilite muito variáveis (Figura 4.3). Não é, contudo, possível identificar qualquer relação linear clara entre as proporções minerais em qualquer dos dois perfis.

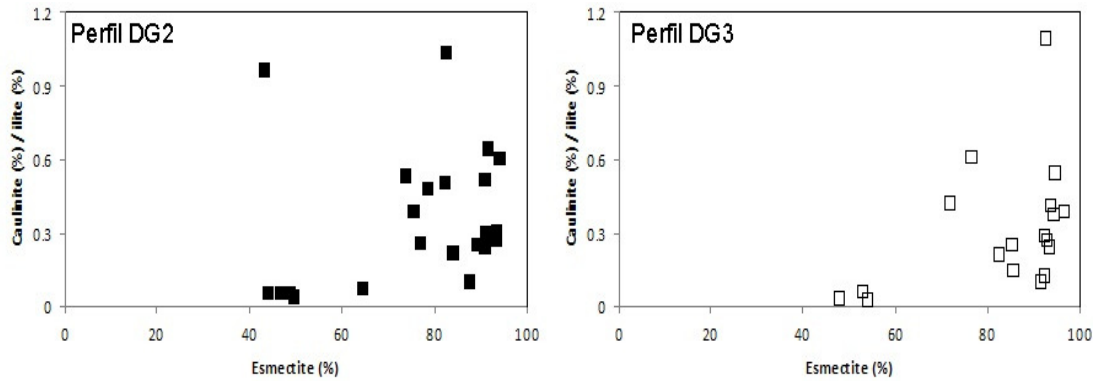


Figura 4.3 - Relação entre a proporção de esmectite e a relação caulinite/ilite ao longo dos dois perfis.

4.3. Significado das associações de minerais argilosos

Os minerais argilosos são constituintes importantes de solos, sedimentos e rochas sedimentares. O uso dos minerais argilosos na caracterização de ambientes geológico-geográfico-geoquímicos assenta no princípio de que existe uma relação directa entre o tipo estrutural, composição química e cristalinidade dos minerais argilosos e as condições ambientais que presidiram à sua formação (Gomes, 1986). Na Geologia do Petróleo é reconhecido que o tipo, a quantidade e a qualidade da argila afectam a qualidade do reservatório. Os minerais argilosos podem revestir os minerais primários e os poros, estabelecer pontes entre os poros ou encher os poros. No estudo das séries sedimentares o recurso às associações de minerais argilosos pode revelar-se de capital interesse para o estabelecimento de correlações estratigráficas e para a caracterização das formações sedimentares (Gomes, 1986; Chamley, 1989).

No caso presente, como as associações de minerais argilosos são relativamente monótonas e os perfis estudados estão bastante próximos e relacionam-se com um intervalo estratigráfico restrito, os minerais de argila são usados como ferramenta auxiliar na interpretação das condições paleogeográficas aquando da deposição das unidades. De seguida apresentam-se alguns factores que podem justificar a associação de minerais argilosos observada.

4.3.1. Clima e alteração química

A distribuição no globo terrestre de minerais argilosos obedece a um zonamento climático. Este zonamento é especialmente patente quando se analisam sedimentos marinhos, já que no seio do continente a associação de minerais argilosos é frequentemente influenciada por factores locais (Singer, 1984; Chamley, 1989; Gomes, 1986). Assim, é frequente encontrar maiores quantidades de clorite nas zonas polares, caulinite nas zonas equatoriais e tropicais e ilite e esmectite nas faixas de latitudes moderadas (Figura 4.4; de Gomes, (1986). É contudo importante reter que estas tendências podem ser completamente alteradas quando outros fatores desempenham um papel preponderante. Por exemplo, a caulinite é um mineral muito resistente à alteração das condições climáticas e, depois de formado e posto à superfície mantêm-se inalterado mesmo em condições de clima muito frio e seco (Singer, 1980; Thiry, 2000).

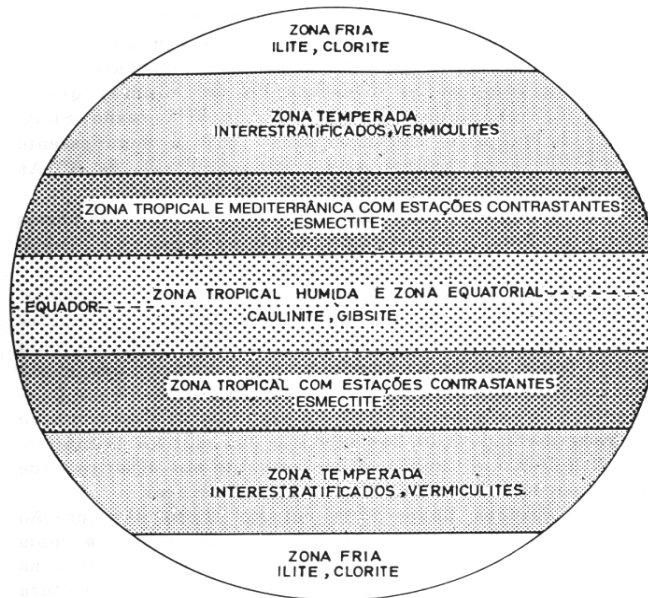


Figura 4.4 - Zonas climáticas e minerais argilosos mais comuns (Millot, 1979, in. Gomes, 1986).

O claro domínio de esmectite pode ser justificado por condições climáticas subtropicais, caracterizadas por precipitação moderada e pela presença de grande

4.3.2. Fonte sedimentar

Alguns autores têm considerado que as associações de minerais argilosos em sedimentos marinhos da África austral representam diferentes fontes detríticas. É sabido que sedimentos marinhos alimentados de menores latitudes são enriquecidos em caulinite e os de maiores latitudes enriquecidos em clorite e ilite (Bremner & Willis, 1993; Robert et al, 2005; Heine & Völkel, 2010). Ao largo da África do Sul, por exemplo, a esmectite estaria associada a fornecimento pelo rio Orange, a ilite e a clorite resultariam de transporte para norte pela corrente de Benguela e a caulinite de transporte para sul pela North Atlantic Deep Water (NADW) (Robert et al., 2005).

Estando a região de Benguela a latitude substancialmente inferior, não se pode estabelecer um paralelo para estas proveniências. Aqui é de prever um maior fornecimento de caulinite pelos rios de maiores dimensões, que alcançam zonas de maiores altitudes onde a precipitação e a intensidade da alteração química eram muito maiores. Por outro lado, os sedimentos estudados formaram-se numa altura relativamente precoce da abertura do Atlântico, tendo-se ainda um mar muito estreito (Torsvik et al., 2009). É de prever, portanto, que as correntes marítimas que um trânsito paralelo à margem de África fossem muito reduzidas e que a natureza das associações de minerais argilosos reflectisse, sobretudo, a natureza dos minerais presentes na áreas continentais adjacentes.

A esmectite é particularmente frequente em solos desenvolvidos em unidades que apresentam quantidades significativas de minerais ferromagnesianos (Gomes, 1986; Bühmann & Schoeman, 1995; Thiry, 2000). Estes materiais são encontrados no soco ante-Cretácico. Ainda hoje a esmectite é o mineral mais comum em solos da zona litoral de Benguela, ainda que as zonas mais interiores, onde afloram as unidades do soco, em virtude das condições climáticas muito mais húmidas, apresentem maiores quantidades de caulinite (Sanchez Furtado, 1967). A esmectite é também dominante em sedimentos cenozóicos, da plataforma e talude, presentes na margem atlântica de Angola (Pufahl et al., 1998).

4.3.3. Fisiografia

As partículas de minerais argilosos apresentam dimensões variáveis consoante a espécie mineral. A caulinite pode alcançar maiores dimensões, sendo frequentes minerais com mais de 2 μ m, ao passo que as partículas de esmectite tendem a ser de grão mais fino (Gomes, 1986; Chamley, 1989). Alguns autores sugerem que a os processos de selecção sedimentar em ambientes marinhos, designadamente na frente de acumulações deltaicas (por exemplo, no *prodelta*), podem promover a segregação de diferentes espécies minerais em função das suas dimensões (Chamley, 1989; Šimkevičius et al., 2003). Este processo pode levar ao enriquecimento em esmectite nos sedimentos mais distais, depositadas em áreas de menor declive e que apresentam menor hidrodinamismo.

Como se viu atrás, no perfil DG3 é frequente observar menores quantidades de esmectite nas camadas mais calcárias. Ainda que esta tendência não seja muito evidente nem se manifeste de forma generalizada, admite-se a possibilidade de alguma selecção hidráulica ter condicionado a associação de minerais argilosos. Este processo pode ter promovido a concentração de esmectite nos sedimentos mais margosos, que se terão depositado, preferencialmente, em ambientes menos agitados.

V – CONTEXTO PALIOBIOLÓGICO E PALEO-AMBIENTAL

5.1 – Invertebrados fósseis e paleocomunidades marinhas.

Os animais invertebrados são um dos componentes fundamentais das comunidades bióticas existentes em meio marinho, desde que surgiram os primeiros organismos pluricelulares (metzoários) no Proterozóico superior (Clarkson, 1992). A sua presença é constante e a sua biodiversidade elevada em praticamente todo o tipo de biótopos oceânicos atuais e do passado. Desta forma, através do estudo da ecologia das espécies e das comunidades marinhas modernas, facilmente acessíveis ao biólogo marinho, e através da aplicação de critérios intrínsecos ao uniformitarismo taxonómico (Dodd & Stanton, 1981), é possível inferir sobre as características paleoecológicas das espécies de invertebrados do passado e reconstituir aspetos das paleopopulações e das paleocomunidades em que estas se inseriam, tendo por base os fósseis e as rochas em que estes ocorrem. A partir daí, através de uma análise integrada com dados da Estratigrafia, Sedimentologia, Petrografia, etc., pode-se efetuar uma reconstituição integrada do ambiente sedimentar e respetivas paleocomunidades bióticas que o habitavam, com implicações evidentes nos conhecimentos que se adquirem sobre a evolução paleogeográfica e paleobiogeográfica de uma determinada região ou bacia sedimentar. As implicações que estes dados têm para a geologia aplicada, nomeadamente para a ligada à pesquisa petrolífera, são significativas, na medida em que os modelos de síntese constituem uma ferramenta útil e necessária para a modelação do enchimento sedimentar e da estruturação basinais.

5.2 – Significado paleoecológico da associação estudada.

A paleofauna amostrada no presente estudo (estampas I e II) compreende uma mistura de *taxa* representativos do *necton* e *bentos* oceânicos, assim como de três tipos tróficos principais, comuns nos invertebrados marinhos atuais e fósseis. A tabela 5.1 esquematiza esta diversidade ecológica, assumindo que os requisitos e interações com o meio e seus fatores abióticos, inerentes ao ciclo de vida de um dado animal

invertebrado do passado, podem ser razoavelmente inferidos a partir da observação dos seus congéneres atuais (Uniformitarismo taxonómico *sensu* Gold, 1965) e/ou do estudo da morfologia funcional do fóssil (Callapez, 1992, 1998, 2010).

Tabela 5.1 - Reconstituição paleoecológica do modo de vida dos *taxa* estudados, efetuada por comparação com formas atuais taxonomicamente emparentadas e com base em critérios de morfologia funcional.

| Taxon | Mobilidade | Posição | Tipo trófico |
|----------------------------------------------------------------|-----------------|---------------|----------------|
| <i>Puzosia bistricta</i> (White, 1887) | vágil ativo | nectónico | carnívoro |
| <i>Douvilleiceras mamillatum aeq.</i> (Q., 1849) | vágil ativo | nectónico | carnívoro |
| <i>Oxytropidoceras buarquianum</i> (White, 1887) | vágil ativo | nectónico | carnívoro |
| <i>Pinna</i> sp. | séssil, bissado | semi-infaunal | suspensívoro |
| <i>Inoceramus</i> gr. <i>anglicus</i> Woods, 1911 | séssil, bissado | epifaunal | suspensívoro |
| Veneridae gen. sp. indet. | vágil ativo | infauna sup. | suspensívoro |
| <i>Pholadomya</i> sp. | vágil | infauna prof. | suspensívoro |
| ? <i>Cimolithium</i> sp. | vágil | epifaunal | vasívoro |
| ? <i>Aporrhais</i> sp. | vágil | epifaunal | vasívoro |
| <i>Pterocera</i> sp. | vágil | epifaunal | vasívoro |
| <i>Ampullina</i> sp. | vágil ativo | epifaunal | herbívoros |
| <i>Tylostoma</i> sp. | vágil ativo | epifaunal | herbívoros |
| ? <i>Semicassis</i> sp. | vágil ativo | epifaunal | carnívoro |
| Melongenidae gen. sp. indet. | vágil ativo | epifaunal | carnívoro |
| <i>Orthopsis</i> sp. | vágil | epifaunal | herbív./vasív. |
| <i>Hemiaster</i> cf. <i>proclivus</i> Cott., Per. & Gau., 1888 | vágil | infaunal | suspensívoro |

A escassez da amostragem, por um lado, mas também a inexistência de quantificação da abundância relativa dos diferentes *taxa*, impedem, por ora, uma caracterização mais detalhada da associação fóssil representativa desta paleocomunidade marinha da base da Formação Quissonde, no setor Dombe Grande. Desta forma, a presente avaliação deve ser considerada como preliminar. Não obstante, podem ser tiradas as seguintes elações (fig. 5.1):

- a) A presença de equinídeos infaunais e epifaunais sugere que o meio apresentava valores de salinidade normal (cerca de 33‰ a 35‰) e substratos vasosos, macios, estáveis e sofrivelmente oxigenados;
- b) As características abióticas destes substratos carbonatados são, também, corroboradas pela presença de bivalves infaunais;

c) A ocorrência de bivalves sésseis, fixos através de bisso, implica a existência de um *feedback* tafonómico de restos esqueléticos (conchas, tecas, etc.), capazes de providenciarem bases de fixação sólidas para organismos com este tipo de mobilidade de adaptação ao substrato;

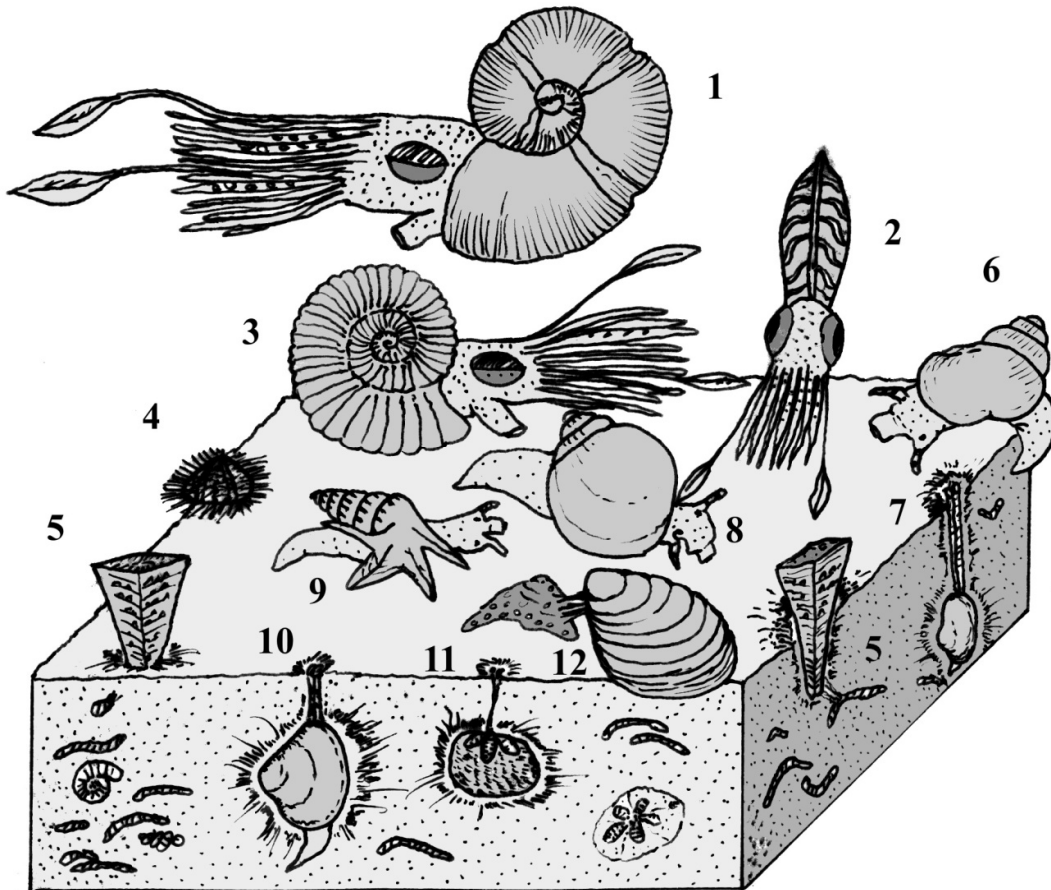


Figura 5.1 - Reconstituição paleoecológica da associação de invertebrados marinhos fósseis (moluscos e equinídeos) representativa das paleocomunidades nectónicas e bentónicas da rampa carbonatada albiana no setor do Dombe Grande (biohorizontes H1 e H2 da transição Albiano inferior / Albiano Médio; Formação Quissonde). 1 - *Puzosia bistrica*, 2 - *Oxytropido-ceras buarquianum*; 3 - *Douvilleiceras mammillatum*, 4 - *Orthopsis* sp., 5 - *Pinna* sp., 6 - *Pterocera* sp., 7 - *Pholadomya* sp., 8 - *Tylostoma* sp., 9 - *Aporrhais* sp., 10 - Veneridae gen. sp. indet., 11 - *Hemiaster* cf. *proclivus*, 12 - *Inoceramus* gr. *anglicus*. [Escala: 1 cm].

d) A representatividade dos gastrópodes e equinídeos herbívoros está ligada a existência de um substrato algal, cuja presença permite inferir um posicionamento da paleocomunidade original dentro da zona fótica;

e) Os amonóides constituem o degrau trófico superior da fauna estudada e a sua abundância está ligada a existência de condições francamente marinhas;

f) A presença de gastrópodes e equinídeos vasívoros sugere, por fim, que a vasa constituinte do substrato local continha matéria orgânica e pequenos organismos (microfagia) em quantidade suficiente para a proliferação destes elementos da epifauna.

5.3 – O paleoambiente marinho do Dombe Grande (Formação Quissonde).

A figura 5.2 constitui uma síntese interpretativa e esquemática da paleogeografia do setor do Dombe Grande, durante a transição Albiano inferior / Albiano médio, na qual se incluiu o posicionamento batimétrico da paleofauna estudada, assim como uma estimativa das abundâncias relativas dos principais grupos faunísticos tradutores de uma maior ou menor proximidade da linha de costa.

A natureza margo-calcária e a articulação das fácies presentes na Formação Quissonde apontam para um contexto mais distal dentro deste quadro paleogeográfico, por comparação com as fácies calcárias e greso-carbonatadas da Formação Catumbela e com a sucessão siliciclástica da Formação Tuenza. Este cenário tem vindo a ser admitido pela generalidade dos autores, em trabalhos anteriores (Tavares, 2005; Buta Neto *et al.*, 2006; Tavares *et al.*, 2007; Guiraud *et al.*, 2010) e coaduna-se com as variações laterais de fácies registadas em contextos da evolução paleogeográfica de outras bacias cretácicas com rampas carbonatadas desprovidas de bioconstruções recifais significativas (Tucker & Wright, 1992).

Em paralelo, a bacia posicionava-se numa faixa latitudinal entre as zonas equatorial e temperada, responsável por um clima sub-tropical. As condições hidroclimáticas seriam, assim, próprias de uma margem oceânica da Tétis.

A Formação Quissonde e unidades correlativas na bacia, registam uma fase relativamente precoce de abertura do Atlântico em que a alimentação sedimentar era sobretudo de áreas continentais bastante próximas. As associações de minerais argilosos são compatíveis com estas condições paleogeográficas.

Como se viu em 5.2, a paleofauna estudada é indicadora de um meio marinho franco, situado numa posição batimétrica compatível com a zona fótica e num contexto

relativamente distal face à paleolinha de costa, embora a presença de um contributo detrítico, arenoso, ainda se fizesse sentir. De um modo geral, em batimetrias posicionadas abaixo do limite da zona fótica tende a ocorrer uma rarefação da biodiversidade de organismos bentónicos, a par do desaparecimento progressivo dos invertebrados herbívoros. Por outro lado, a presença de espécies endobentónicas, incluindo os hemiasterídeos, sugere um posicionamento batimétrico abaixo do nível de base da ondulação costeira, em virtude destes equinodermes requerem substratos estáveis e oxigenados (Soares, 1968).

CONCLUSÃO

A Formação Quissonde é um dos principais corpos componentes do enchimento sedimentar mesozóico da Bacia do Cuanza, apresentando grande expressão cartográfica no *onshore* do seu setor mais meridional, designado vulgarmente como Bacia ou Sub-bacia de Benguela. Pelas suas características distais dentro do quadro de evolução tectonosedimentar e paleogeográfica da margem continental angolana, aliadas a uma fácil acessibilidade e à diversidade de contextos faciológicos e faunísticos presentes, o seu estudo académico constitui uma escola e um manancial de conhecimento aplicáveis na prospeção das imensas riquezas petrolíferas que jazem no *offshore* do país. Na realidade, a exploração industrial destes importantes recursos geradores de riqueza passa por estudos geológicos de base, os quais permitem caracterizar aspetos da fácies, geometria e paleoambientes das unidades ligadas às rochas geradoras e rochas reservatório, assim como das restantes formações suas enquadrantes, contribuindo para a localização e dimensionamento de jazidas. Também os estudos macro e micropaleontológicos são fundamentais na indústria petrolífera, ao permitirem o exercício da correlação entre corpos sedimentares de diferentes áreas das bacias e, em simultâneo, contribuem para a reconstituição de paleoambientes e das comunidades bióticas que neles existiriam.

Do presente estudo resultaram situações que permitem confirmar e consolidar os aspectos mais relevantes ligados à litostratigrafia e paleontologia das rochas sedimentares da Formação Quissonde, num estudo de caso aplicado ao setor do Dombre Grande, de todos o mais meridional do *onshore* da bacia. Este estudo incidiu, em concreto, sobre aspetos ligados às litofácies carbonatadas e à composição mineralógica da sua fração argilosa, aos invertebrados fósseis com importância biostratigráfica (sobretudo amonóides) e às associações de invertebrados bentónicos e seu significado paleoambiental. Assim:

- Nas três secções estratigráficas estudadas verificou-se que as fácies presentes são exclusivamente de natureza carbonatada e articulam-se segundo alternâncias de

estratos decimétricos de calcário gresoso, greso-margoso ou margoso, com marga calcária e marga.

- A frequência e diversidade dos macrofósseis é moderada. Não obstante terem sido recolhidos espécimes dos moluscos bivalves *Pinna* sp., *Inoceramus* gr. *anglicus* Woods, 1911, Veneridae gen. sp. indet. e *Pholadomya* sp., dos gastrópodes ?*Aporrhais* sp., *Pterocera* sp., *Tylostoma* sp., *Ampullina* sp., ?*Semicassis* sp. e Melongenidae gen. sp. indet., dos amonóides *Puzosia bistricta* (White, 1887), *Oxytropidoceras buarquianum* (White, 1887) e *Douvilleiceras mammillatum aequinodum* (Queenstedt, 1849), e dos equinídeos *Orthopsis* sp. e *Hemiaster* cf. *proclivus* Cotteau, Peron & Gauthier 1878.

- Do ponto de vista do posicionamento biostratigráfico os amonóides *Puzosia bistricta* (White, 1887), *Oxytropidoceras buarquianum* (White, 1887) e *Douvilleiceras mammillatum aequinodum* (Queenstedt, 1849) caracterizam os biohorizontes H1 e H2 (*sensu* Tavares *et al.*, 2007) do topo do Albiano inferior e do Albiano médio. Os equinídeos presentes também se coadunam com este intervalo.

- Da análise mineralógica de 42 amostras com argilas resultou a presença constante da associação esmectite-ilite-caulinite, variando as proporções do primeiro destes minerais entre 44 e 97 % com os valores médios de 69 a 72 %, consoante os perfis. Concluiu-se, também, que a interpretação paleoambiental desta associação tem a ver com condições climáticas subtropicais, com precipitação moderada e grande contraste sazonal, durante o Albiano. Por outro lado, está também relacionado com a existência de rochas intrusivas, parte delas básicas, nas áreas limítrofes à bacia.

- Quanto ao significado paleobiológico da paleofauna estudada e sua articulação com os dados das fácies, esta sugere um ambiente marinho de rampa carbonatada com algum caráter distal, embora situado dentro dos limites da zona fótica e abaixo do nível de base da ondulação. Os substratos eram macios e oxigenados e o meio francamente aberto a influências oceânicas e à migração por faunas de *offshore*.

BIBLIOGRAFIA

- Allen, F.A. & Allen, J.R. (2006) - Basin Analysis – Principles and Applications. 2nd edition, Blackwell Publishing, Oxford.
- Andrade, A. (1902) - Relatório da viagem de exploração geográfica nos distritos de Benguela e Novo Redondo (1898-1899). Imprensa Nacional, Lisboa, 52 p. Estratigrafia. Répteis. Junta de Investigações do Ultramar, Lisboa, 257 p.
- Andrade, M.M. & Andrade, J.B.M. (1957) - Estado actual dos conhecimentos sobre a paleontologia de Angola (até fins de 1955). Estudos de geologia e paleontologia. *Anais da Junta de Investigações do Ultramar*, 12 (4): 209 p.
- Antunes, M.T. (1970). Paleontologia de Angola. Junta de Investigações do Ultramar, Lisboa, p. 127-143.
- Antunes, M.T. (1964) - O Neocretácico e o Cenozóico do Litoral de Angola. I – Estratigrafia, II – Répteis. Junta da Investigação do Ultramar, Lisboa, 122 p.
- Batouxas, M. & Viegas, J. (1998) - Dicionário de Geografia. Edições Sílabo, Lisboa, Portugal.
- Binga, L. & Silva, C. (2000) - Benguela Basin: a prospective zone for hydro carbon. Geoluanda , Abstract, pp.27-28.
- Birkelund, T., Hancock, J.M., Hart, M. B., Rawson, P. F., Romane, J., Robaszynski, F., Schmid, F. & Surlyk, F. (1984) – Cretaceous stage boundaries-Proposals. *Bulletin of the Geological Society of Denmark*, 33: 3-20.
- Boulet, R., Lucas, Y., Fritsch, E. & Paquet, H. (1979) - Geochemical processes in tropical landscapes: role of the soil covers. In: H. Paquet & N. (Eds.) - Soils and sediments: mineralogy and geochemistry. Springer-Verlag, Berlin, pp. 67-96.
- Brandão, J.M. (2008) - Missão Geológica de Angola: contextos e emergência. Memórias e Notícias, nv. ser., 3: 285-292.

- Bremner, J.M. & Willis, J.P. (1993) - Mineralogy and geochemistry of the clay fraction of sediments from the Namibian continental margin and the adjacent hinterland. *Marine Geology*, 115: 85-116.
- Bühmann, C. & Schoeman, J.L. (1995) - A mineralogical characterization of vertisols from the northern regions of the Republic of South Africa. *Geoderma*, 66: 671-686.
- Buta-Neto, A. (2006) – Analyse des interactions tectoniques salifère, sédimentation gréso-carbonatée albienne dans le bassin *onshore* de Benguela (marge sud angolaise). Thèse non publiée, Université de Bourgogne, Dijon, France, 180 pp.
- Buta-Neto, A., Tavares, T.S., Quesne, D., Guiraud M., Meister, C., David, B. & Duarte-Morais, M.L. (2006) - Synthèse préliminaire des travaux menés sur le bassin de Benguela (Sud d'Angola): Implications sédimentologiques et structurales. *Africa Geoscience Review*, 13 (3): 239-250.
- Callapez, P.M. (1992) - Estudo paleoecológico dos *Calcários de Trouxemil* (Cenomaniano-Turoniano) na região entre a Mealhada e Condeixa-a-Nova (Portugal Central). Tese não publicada, Universidade de Coimbra, Coimbra, 272 p.
- Callapez, P.M. (1998) - Estratigrafia e Paleobiologia do Cenomaniano-Turoniano. O significado do eixo da Nazaré-Leiria-Pombal. Tese não publicada, Universidade de Coimbra, Coimbra, 491 p.
- Callapez, P.M. & Soares, A.F. (2001) – Fósseis de Portugal - Amonoides do Cretácico superior (Cenomaniano – Turoniano). Museu Mineralógico e Geológico da Universidade de Coimbra, Coimbra, 99 p.
- Callapez, P.M. (2008) - Associações fósseis bentónicas do Cenomaniano-turoniano da Figueira da Foz: um tributo aos estudos de Paleoecologia de António Ferreira Soares. *In*: P.M. Callapez, R.B. Rocha, L. Cunha, J.F. Marques & P.M. Dinis (Eds.) - A Terra Conflitos e Ordem. Livro de Homenagem ao Professor António Ferreira Soares, Museu Mineralógico e geológico da Universidade de Coimbra, Coimbra pp. 453-466.

- Callapez, P.M., Marques, J.F. & Matias C. (2008) - Os estudos de Paleontologia ultramarina na Universidade de Coimbra e os fósseis do litoral de Benguela, Angola. *In: Comunicações da Conferência Internacional “As Geociências no Desenvolvimento das Comunidades Lusófonas”*, Coimbra, 13-14 de Outubro de 2008.
- Carvalho, G.S. (1961) - Alguns problemas dos terraços quaternárias de litoral de Angola. *Boletim do Serviço de Geologia e Minas de Angola*, 2: 5-15.
- Carvalho, H. (1981) - Carta Geológica de Angola (Esc. 1:1.000.000). Junta de Investigação Científica do Ultramar, Laboratório Nacional de Investigação Científica Tropical, Lisboa.
- Carvalho, A. M. G. (2002) - Introdução ao estudo do Magmatismo e das Rochas Magmáticas. 1ª ed. Âncora Editora, Lisboa, 435 p.
- Carvalho, A. M. G. (2003) - Geologia Sedimentar. Vol. I, Âncora Editora, Lisboa.
- Carvalho, A. M. G. (2003) - Geologia Sedimentar. Vol. II, Âncora Editora, Lisboa.
- Carvalho, A.M.G. (2008) - Introdução ao estudo dos Minerais. 3ª ed. Âncora Editora, Lisboa, 362 p.
- Castro, A. (2001) - Dicionário de Ciências, (Biologia e Geologia). Porto Editora, Porto, 336p.
- Chamley, H. (1989). Clay sedimentology. Springer-Verlag, Berlin, 623 p.
- Choffat, P.L. & Loriol, P. de (1887) - Matériaux pour l'étude stratigraphique et paléontologique de la province d'Angola. *Mémoires de la Société de Physique et Histoire Naturelle de Genève*, 30: 116 p.
- Choffat, P.L. (1887) - Note préliminaire sur des fossiles recueillis par M. Lourenço Malheiro, dans la province d'Angola. *Bulletin de la Société Géologique de France*, Série 3, 15: 154-157.

- Choffat, P.L. (1895-1898) - Coup d'oeil sur la Géologie de la province d'Angola. *Comunicações da Direcção dos Trabalhos Geológicos de Portugal*, 3: 84-91.
- Collignon, M. (1979). Ammonites du Crétacé moyen-supérieur de l'Angola. In: M. Collignon, E. Pereira, B. Rodrigues, A. Moreira, & J.R. Torquato (eds.) - Reconhecimento científico de Angola. Estudos de Geologia, de Paleontologia e de Micologia. Academia das Ciências de Lisboa, pp. 1-75.
- CONSULT, (Sociedade Angolana de Estudos e Consultoria Lda.) (2007) – Monografia da Província de Benguela. KAT – Empreendimentos & Consultoria, Lda., Benguela, Angola.
- Cooper, M.R. (1976) - The Mid-Cretaceous (Albian-Turonian) biostratigraphy of Angola. *Annals du Museum d'histoire Naturelle de Nice*: 4, 1-22.
- Cooper, M.R. (1982) - Lower Cretaceous (Middle Albian) ammonites from Dombe Grande, Angola. *Annals of the South African Museum*, 89: 265-314.
- Cooper, M.R. (2003a) - Upper Cretaceous (Turonian-coniacian) ammonites from São Nicolau, Angola. *Annals of the South African Museum*, 110: 89-146.
- Cooper, M.R. (2003b) - Stratigraphy on palaeontology of the Upper Cretaceous (Santonian) Baba Formation at São Nicolau, Angola. *Annals of The South African Museum*, 110: 147-170.
- Cooper, M.R. & Kennedy, W.J. (1979) - Uppermost Albian (Stoliczkaia dispar Zone) ammonites from the angolan littoral. *Annals of the South African Museum*. 77: 175-308.
- Costa, J.B. (2010) – Estudo e classificação das rochas por exame macroscópico. Fundação Calouste Gulbekian, 12ª Edição, Lisboa, 196 p.
- Cotteau, G., Peron, P. & Gauthier, V. (1878) - Echinides fossiles de l'Algérie: description des espèces déjà recueillies dans ce pays et considérations sur leur position stratigraphique. 4, Étage Cénomanién (première partie). G. Masson, Paris, 245 p.

- Cramez, C. & Jackson, M.P.A. (2000) - Superposed deformation straddling the continental-oceanic transition in deep-water Angola. *Marine Petroleum Geology*, 17 (10): 1095-1109.
- Diniz, A.C. (1998) - Angola, o meio físico e potencialidades agrárias. Instituto de Cooperação Portuguesa (ICP). Edição Revista, Lisboa, 80 p.
- Dodd, J.R. & Stanton, R.J. (1990) - *Paleoecology: Concepts and Applications*. Second Edition, John Wiley and Sons, New York, 502 p.
- Duarte, L. V. F. P. (1995) – O Toarciano da Bacia Lusitaniana. Estratigrafia e evolução sedimentológica, (Tese). Centro de Geociências da Universidade de Coimbra, Coimbra, 349 p.
- Duarte-Morais, M.L. & Sgrosso, I. (1992) - Alcune Considerazione Sul Cretacico Superiore nei dintorni de Benguela (Angola). Atti Conferenza Scientifica Annuale. Dipartimento Scienza Della Terra. Università Napoli, pp. 245-247.
- Duarte-Morais, M.L., & Sgrosso (2000) – The Meso-cenozoic succession of the Benguela Basin exposed surroundings of Benguela between Lobito and Dombe Grande. *Guide book post-Congress Geoluanda 2000: Luanda-Benguela-Dombe Grande*, 24 p.
- Duarte-Morais, M.L., Sgrosso, I., De Capoa, P., Castellano, M.C. & Putignano, M.L. (2001) - Evidences from the area around Benguela (Angola) of a peculiar tectonic activity in the Late Cretaceous. *Africa Geosciences Review*, 8: 57–66.
- Duarte, L. V. F. P. & Rodrigues, S.D. (2006) – Formações carbonatadas do Jurássico inferior e médio da região da Figueira da Foz. In: F.C. Lopes & P.M. Callapez (eds.) – *As Ciências da Terra ao serviço do ensino e do desenvolvimento*. Kiwanis Clube, Figueira da Foz, pp. 63-70.
- Ervedosa, C. (1980) – *Arqueologia Angolana*, Ministério da Educação, Luanda, 424 p.
- Feio, M. (1946) - O relevo de Angola Segundo Jessen. *Boletim da Sociedade de Ciências Geológicas de Portugal*, 3 (5): 267-294.

- Fernandes, E.F. (2009) - Dicionário do Petróleo em Língua Portuguesa. Lexikon, Rio de Janeiro, Brasil.
- Ferreira, J.M. & Rocha, A.T. (1987) - Foraminíferos do Senoniano de Catumbela (Angola). *Garcia de Orta*, 5 (3): 517-545.
- Galvão, C.F. & Portugal, A. (1971) - Carta Geológica de Angola à escala 1:100000. Notícia Explicativa da Folha 227-228 – Lobito. Direcção Provincial dos Serviços de Geologia e Minas, Angola, 40 p.
- Gifford, C. (2007) - Enciclopédia da Geografia, Editorial Estampa, Lisboa, 319 p.
- Gofas S., Afonso, J.P. & Brandão, M. (1990?) – Conchas e moluscos de Angola. Universidade Agostinho Neto, Luanda, 139 p.
- Gomes, C.F. (1986) - Argilas, o que são e para que servem. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 457 p.
- Gould, S.J. (1965) - Is Uniformitarianism necessary?. *American Journal of Science*, 263: 223-228.
- Gregory, J.W. (1916) – On some Cretaceous Echinoidea from the neighbourhood of Lobito Bay. *Transactions of the Royal Society of Edinburgh*, 50: 585-587.
- Gregory, J.W. (1917) - Contributions to the Geology of Benguela. *Transactions of the Royal Society of Edinburgh*, 51: 431-536.
- Gregory J.W. (1922) - Supplementary note on the Geology of Benguela in relation to its cephalopods and the History of the South Atlantic. *Transactions of the Royal Society of Edinburgh*, 53: 161-163.
- Guiraud, M., Quesne, D., Morais, M.L., Amaral J., Diakiese, M. & Lang, J. (2000) - Caractérisation de la tectonique salifère albienne à partir de donnée terrain (Secteur de Catumbela, domaine onshore de la marge sud-angolaise). *Africa Geoscience Review*, 8: 10-22.

- Guiraud, M., Buta-Neto, A. & Quesne, D. (2010) - Segmentation and differential post-rift uplift at the Angola margin as recorded by the transform – rifted Benguela and oblique-to-orthogonal-rifted Kwanza basins. *Marine and Petroleum Geology*, 27: 1040-1068.
- Haas, O. (1942) - The Vernay Collection of Cretaceous (Albian) ammonites from Angola, *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 81: 1-224.
- Haughton, S.H. (1925) - Notes on some Cretaceous fossils from Angola (Cephalopoda and Echinoidea). *Annals of the South African Museum*, 22: 263-288.
- Heine, K. & Völkel, J. (2010) - Soil clay minerals in Namibia and their significance for the terrestrial and marine past global change research. *African Study Monographs*, Suppl. 40: 31-50.
- Howarth, M.K. (1965) - Cretaceous ammonites and nautiloids from Angola. *Bulletin of the British Museum (Natural History), Geology*, 10: 335-412.
- Hudec, M.R. & Jackson, M.P.A. (2002a) - Changes in location and style of deepwater contraction in the Kwanza Basin, Angola (Abstract). In: *Oil and Gas in Compressional Belts: Geological Society of London Joint Meeting of Tectonic Studies Group and Petroleum Group*, London, pp. 36–37.
- Hudec, M.R. & Jackson, M.P.A. (2002b) - Structural segmentation, inversion, and salt tectonics on a passive margin: evolution of the Inner Kwanza Basin, Angola. *Geological Society of America Bulletin*, 114: 1222–1244.
- Hudec, M. R. & Jackson, M. P. A. (2004) - Regional restoration across the Kwanza Basin, Angola: salt tectonics triggered by repeated uplift of a metastable passive margin. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, 88: 971-990.
- INHG (2010) – Dados Meteorológicos do Aeroporto 17 de Setembro, Benguela, 12 p.
- Kahle, M., Kleber, M. & Jahn, R. (2002) -Review of XRD-based quantitative analyses of clay minerals in soils: the suitability of mineral intensity factors. *Geoderma*, 109: 191-205.

- Manso, C.L.C. & Hessel, M.H. 2007 - Revisão de *Pygidiolampas araripensis* (Beurlen, 1966), (Echinodermata Cassiduloida) da Bacia do Araripe, nordeste do Brasil. *Geociências*, 26(3): 271-277.
- Marques, J.M.M. (1963) - Notas sobre a Geomorfologia de Angola. I – Significado morfológico de algumas anharas de alto. *Garcia de Orta*, 11 (3): 34-65.
- McKerrow, W.S. (1978) – The Ecology of Fossils. Gerald Duckworth & Company Ltd, 1st Edition, London.
- Meléndez, B. (1998) – Tratado de Paleontologia. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid.
- More, D.M. & Reynolds, R.C. (1997) - X-ray Diffraction and the identification and analysis of clay minerals. 2nd. Edition, Oxford University Press, Oxford, 375 p.
- Mouta, F. & O'Donnell, H. (1933) - Carte Géologique de l'Angola: notice explicative (1:2.000.000) República Portuguesa. Ministério das Colónias. Colónia de Angola, 87 p.
- Mouta, F. (1954) – Esboço Geológico de Angola: (1:2.000.000). Lisboa, 206 p.
- Neto, M.G.M. (1958) - Geologia da Região de Benguela – Cuio. Relatório inédito dos Serviços de Geologia e Minas de Angola, 59 p.
- Neto, M.G.M. (1960) - Estratigrafia da região de entre Benguela e o Cabo de Santa Maria (Angola). *Memórias e Notícias*, 49: 1-16.
- Neto, M.G.M. (1961) - As Bacias Sedimentares de Benguela e Moçamedes. *Boletim dos Serviços de Geologia e Minas de Angola*, 3: 63-93.
- Neto, M.G.M. (1970) - O sedimentar costeiro de Angola. Curso de Geologia do Ultramar. Junta de Investigações do Ultramar, Lisboa, pp. 191-232.
- Pufahl, P.K., Maslin, M.A., Anderson, L., Brüchert, V., Jansen, F., Lin, H., Perez, M., Vidal, L. & Shipboard Scientific Party (1998) - Lithostratigraphic summary for leg 175: Angola-Benguela upwelling system. Proceedings of the Ocean Drilling Program, Initial Reports, Vol. 175.

- Quenstedt, F.A. (1845 - 1849) - Petrefactenkunde Deutschlands. Die Cephalopoden. Tübingen, 580 p.
- Quesne, D., Buta-Neto, A., Benard, D. & Guiraud, G. (2009) - Distribution of Albian clastic deposits in the Benguela basin (Angola): evidence of a Benguela paleocurrent? *Bulletin de la Société Géologique de France*, 180 (2): 117-129.
- Robert, C. & Chamley, H. (1987) - Cenozoic evolution of continental humidity and paleoenvironment, deduced from the kaolinite content of oceanic sediments. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 60: 171–187.
- Robert, C., Diester-Haass, L. & Paturel, J. (2005) - Clay mineral assemblages, siliciclastic input and paleoproductivity at ODP Site 1085 off Southwest Africa: A late Miocene–early Pliocene history of Orange river discharges and Benguela current activity, and their relation to global sea level change. *Marine Geology*, 15: 221-238.
- Rocha, A.T. (1982) - Contribuição para o conhecimento da bibliografia micropaleontológica de Angola. *Garcia de Orta*, 5 (1-2): 85-90.
- Roque, M. (2007) - Geologia, 12ª Ano, Porto Editora, Porto.
- Sanches Furtado, A.F.A. (1967) - As argilas dos solos do distrito de Benguela. *Garcia de Orta*, 15: 567-576.
- Singer, A. (1980) - The paleoclimatic interpretation of clay minerals in soils and weathering profiles. *Earth-Science Reviews*, 15: 303-326.
- Singer, A. (1984) - The paleoclimatic interpretation of clay minerals in sediments - a review. *Earth-Science Reviews*, 21: 251-293.
- Séranne, M. & Anka, Z. (2005) - South Atlantic continental margins of Africa: a comparison of the tectonic vs climate interplay on the evolution of equatorial west Africa and SW Africa margins. *Journal of African Earth Sciences*, 43: 283-300.

- Šimkevičius, P., Ahlberg, A. & Grigelis, A. (2003) - Jurassic smectite and kaolinite trends of the East European Platform: implications for palaeobathymetry and palaeoclimate. *Terra Nova*, 15: 225-229.
- Soares, A. F. (1963) - Paleontologia de Angola : Sobre os lamelibrânquios cretácicos da região Benguela-Cuio. *Memórias e Notícias*, 55: 1-22.
- Soares, A.F. (1968) - Contribution à l'étude de la distribution des échinidés du Crétacé Supérieur du Portugal (Les échinidés de la région entre Sargento-Mor et Montemor-o-Velho). *Memórias e Notícias*, 66: 1-20.
- Sornay, J. (1951) - Ammonites albiennes et senoniennes de l'Angola et de l'Afrique Équatoriale Française. *Revue de Zoologie et de Botanique africaines*, 44: 271-277.
- Sornay, J. (1953). Ammonites nouvelles de l'Albien de l'Angola. *Revue de Zoologie et de Botanique africaines*, 47: 52-59.
- Stark, D.M. & SCHLUMBERGER Group (1991) - Well Evaluation Conference of Angola: Petroleum Geology. INGEO, Luanda, pp. 1- 95.
- Stark, D.M. (Coordinator) (1991) - Well evaluation conference/Avaliação de Formações, Angola, Petroleum Geology/Geologia Petrolífera. Schlumberger Conference Proceedings, 95 pp.
- Tavares, T. (2005) - Ammonites et échinides de l'Albien du bassin de Benguela (Angola). Systématique, biostratigraphie, paléogéographie et paléo-environnement. Tese não publicada, Université de Bourgogne, Dijon, France, 381 p.
- Tavares, T., Meister, C., Duarte-Marais, M. L. & David, B. (2007) - Albian ammonites of the Benguela Basin (Angola): a biostratigraphic framework. *South African Journal of Geology*, 110: 137–156.
- Taylor, C., Williams, B. (2007) - Enciclopédia da Ciência, Editorial Estampa, 1ª ed. Lisboa, 319 p.

- Thiry, M. (2000) - Paleoclimatic interpretation of clay minerals in marine deposits: an outlook from the continental origin. *Earth-Sciences Reviews*, 49: 201-221.
- Torsvik, T., Rouse, S., Labails, C. & Smethurst, M.A. (2009) - A new scheme for the opening of the South Atlantic Ocean and the dissection of an Aptian salt basin. *Geophysical Journal International*, 177: 1315-1333.
- Tucker, M.E. & Wright, V.P. (1992) - Carbonate Sedimentology. Second Edition, Blackwell Scientific Publications, Oxford, 482 p.
- Uncini, G., Mário, B. & António, G. (1998) - Neocomian—Upper Aptian presalt sequence of southern Cuanza Basin: A regional view: American Association of Petroleum Geologists International Conference and Exhibition, Extended Abstracts Volume, Rio de Janeiro, Brazil, November, p. 346.
- Vendeville, B.C. & Jackson, M.P.A. (1992) - The rise of diapirs during thin-skinned extension. *Marine and Petroleum Geology*, 9: 331-359.
- White, C.A. (1887) - Contribuições à Paleontologia do Brasil. *Arquivos do Museu Nacional Rio de Janeiro*, 7: 1-273.
- Wright, C.W., Callomon, J.H. & Howarth, M.K. (1996) – Cretaceous Ammonoidea. In: R.L. Moore (ed.) - Treatise on Invertebrate Paleontology. Part I., Mollusca 4 Revised. Geological Society of America and University of Kansas Press, 362 p.

Sítios da internet consultados:

<http://www.espiritodatterra.com.br/> consultada a 20.05.2011

<http://fossil.uc.pt> consultada a 18.07.2011

<http://www.memoria-africa.ua.pt/> consultada a 18.07.2011

<http://www.ubio.org/nomenclaturzoologus/> 02.07.2012

ESTAMPAS





LEGENDA

Estampa I

- 1 - *Oxytropidoceras buarquianum* (White, 1887) - Molde composto. Vista lateral.
- 2 - *Puzosia bistricta* (White, 1887) - Molde composto. Espécime completo com fragmocone recristalizado. Vista lateral.
- 3 - ?*Cimolithium* sp. - Fragmento de molde interno.
- 4 - *Pinna* sp. - Molde interno articulado com fragmentos de concha ornamentada.
- 5 - *Oxytropidoceras buarquianum* (White, 1887) - Molde composto. Fragmento. Vista lateral.
- 6 - *Oxytropidoceras buarquianum* (White, 1887) - Molde composto. Fragmento. Vista lateral.
- 7 - *Inoceramus* gr. *anglicus* (Woods, 1911) - Molde interno de valva.
- 8 - *Pholadomya* sp. - Molde interno articulado.
- 9 - Veneridae gen. sp. indet. - Molde interno articulado.
- 10 - *Pterocera* sp. - Molde interno.

Estampa 2

- 1 - *Hemiaster cf. proclivus* (Cotteau, Peron & Gauthier 1878) - Teca recristalizada com molde interno. Vista aboral.
- 2 - *Puzosia bistricta* (White, 1887) - Fragmento; molde composto de camara de habitação com constrições.
- 3 - *Puzosia bistricta* (White, 1887) - Fragmento; molde composto de camara de habitação com constrições.
- 4- ?*Aporrhais* sp. - Fragmento de molde interno de espira.
- 5- ?*Semicassis* sp. - Fragmento de molde composto.
- 6 - *Douvilleiceras mammillatum aequinodum* (Queenstedt, 1849) - Fragmento; Molde composto. Vista lateral.
- 7 - *Melongenidae* gen. sp. indet. - Molde interno. Espécimen juvenil.
- 8 - *Hemiaster cf. proclivus* (Cotteau, Peron & Gauthier 1878) - Teca recristalizada com molde interno. Vista aboral.
- 9 - *Douvilleiceras mammillatum aequinodum* (Queenstedt, 1849) - Fragmento; Molde composto. Vista lateral.
- 10 - *Douvilleiceras mammillatum aequinodum* (Queenstedt, 1849) - Molde composto com fragmocone parcialmente recristalizado. Vista lateral.
- 11 – *Orthopsis* sp. - Teca recristalizada com molde interno e distorsão diagenética. Vista aboral.

12 - *Orthopsis* sp. - Teca recristalizada com molde interno e distorsão diagenética.

Vista oral.

13 - *Tylostoma* sp. - Fragmento de molde interno com abertura, espira e umbigo.

14a-b - *Ampullina* sp. - Molde interno.

(Todos os espécimes estão figurados em tamanho natural)