

“O sábio não se exhibe, por isso brilha. Ele não se faz notar, e por isso é notado. Ele não se elogia, e por isso tem mérito. E, porque não está a competir, ninguém no mundo pode competir com ele.” (Lao-Tsé).

À minha esposa Kuva, meus filhos Mandrick, Zébio e Samy e sobrinho Mart's, pelo entusiasmo que sempre me deram para prosseguir e terminar o curso;

A meu irmão Albino, (in memoriam), um anjo colocado por Deus em minha vida: pela confiança depositada em mim ao me conduzir pela primeira vez à escola e revelou-me o segredo e o valor da educação.

Agradecimentos

A Deus pela vida, saúde, tempo; por todas as condições e oportunidades para que eu chegasse ao fim do curso; e ainda pela superação de inúmeras dificuldades enfrentadas: *“Tudo posso naquele que me fortalece”* (Filipenses 4:13).

O colectivo de professores do Curso de Mestrado em Geociências e o pessoal administrativo do Departamento das Ciências da Terra da Universidade de Coimbra (Portugal) e do Instituto Superior Politécnico Tundavala do Lubango (Angola), pelo apoio moral, pedagógico e técnico-material.

Agradeço, de maneira especial o Dr. Pedro Miguel Callapez Tonicher e o Dr. Pedro Alexandre Morgado Dinis respectivamente, orientador e co-orientador científicos, pelo profissionalismo, capacitação, ensinamentos, conselhos, esclarecimentos e acompanhamento pormenorizado na elaboração desta monografia.

Os técnicos dos laboratórios, nomeadamente a Sra. Manuela Costa (Laboratório de Sedimentologia) e o Sr. Carlos Maia (Laboratório de Difracção de Raios X), pela disposição e carinho.

Os funcionários dos Serviços Sociais da Universidade de Coimbra, pela acomodação condigna.

A Direcção Provincial e a Repartição Municipal de Educação de Benguela nas pessoas dos seus titulares, pelas dispensas em períodos lectivos normais.

O Reverendo Ambrósio Fabiano, pai na fé que, rompendo as distâncias, alimentou amorosa e carinhosamente meu espírito pelas manhãs com versículos bíblicos suprimindo-me de coragem e esperança.

Os repórteres fotográficos convidados, Binovitch, Yupa e Rosa Neto pelo registo e tratamento das imagens.

Agradeço, mesmo assim, a todos que acreditaram sempre nos meus sonhos, congratularam-se com as minhas conquistas e foram solidários nos momentos das minhas aflições sociais e académicas.

RESUMO

A Bacia Sedimentar de Benguela (sub-bacia da Bacia do Kuanza) está situada na orla costeira centro-sul de Angola e consiste numa das grandes unidades tectono-sedimentares que caracterizam a margem continental do território, resultantes do *rifiting* mesozóico que levou à fracturação do paleocontinente Gondwana e às primeiras etapas de abertura do Atlântico Sul, durante o Cretácico Inferior. As Formações Tuenza, Catumbela e Quissonde, bem representadas no *onshore*, representam uma das principais etapas de enchimento desta bacia, formado numa fase de *pós-rift* e detumescência térmica, no seio de um contexto transgressivo de rampa carbonatada. No presente estudo foi efetuado um estudo de caso numa destas unidades (Formação Quissonde), no setor do Dombe Grande, o mais meridional do *onshore* basinal, tendo por objetivo a caracterização local/regional das fácies presentes em contextos mais distais, a par dos cortejos argilosos a elas associados e das associações faunísticas de invertebrados fósseis com importância biostratigráfica e paleoambiental.

Assim sendo, procedeu-se ao levantamento de três secções estratigráficas e à recolha de amostras litológicas e paleontológicas. As fácies presentes são exclusivamente de natureza carbonatada e constituem em alternâncias de estratos decimétricos de calcário gresoso, greso-margoso ou margoso, com marga calcária e marga. A frequência e diversidade dos macrofósseis é moderada. Foram 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 biostratigráfico estas últimas espécies caracterizam os biohorizontes H1 e H2 (*sensu* Tavares *et al.*, 2007) do topo do Albiano inferior e do Albiano médio.

Da análise mineralógica das argilas presentes em 42 amostras verifica-se a presença sistemática da associação esmectite-ilite-caulinite, variando as proporções do primeiro

destes minerais entre 44 e 97 % com o valores médios de 69 a 72% consoante os perfis. O significado paleoambiental desta dominância tem a ver com condições climáticas subtropicais, caracterizadas por precipitação moderada e pela presença de 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 é indicadora de um ambiente marinho de rampa carbonatada com algum carácter distal, mas ainda situado dentro dos limites da zona fótica, se bem que abaixo do nível de base da ondulação. Os fundos eram macios e oxigenados e o meio francamente aberto a influências oceânicas e à migração por faunas de *offshore*.

Abstract

The Benguela Sedimentary Basin (a sub-basin of the Kuanza Basin) is located in the mid-south coast of Angola, where it stands out as one of the main tectono-sedimentary units of the continental margin. It was generated as a result of the Mesozoic rifting that initiated the breakup of the Gondwana paleocontinent, followed by the first extensional episodes of South Atlantic opening, during the Early Cretaceous. The Tuenza, Catumbela and Quissonde Formations record one of the main infill stages of this basin, occurred during a post-rift and thermal subsidence interval, within a transgressive context of carbonated ramp. The present work is a case study of one of these units (Quissonde Fm.) centered in the Dombe Grande sector, the southernmost of the modern basin onshore. Its main purposes were to characterize carbonate facies from the local/regional more distal contexts, to analyze the clay mineral associations and their environmental meaning, and to reveal the invertebrate fossil associations with biostratigraphic and paleoecologic importance.

The field work was based in three stratigraphic sections, with detailed lithologic and paleontologic sampling. The local facies are carbonate rich and consist of interbedded decimetric strata of sandy, marl-sandy or marly limestones with carbonated marls and marls. The abundance and diversity of macrofossils is moderate. The sampled specimens belong to the bivalve molluscs *Pinna* sp., *Inoceramus* gr. *anglicus* Woods, 1911, Veneridae gen. sp. indet. and *Pholadomya* sp., to the gastropods ?*Aporrhais* sp., *Pterocera* sp., *Tylostoma* sp., *Ampullina* sp., ?*Semicassis* sp. and Melongenidae gen. sp. indet., to the ammonoids *Puzosia bistricta* (White, 1887), *Oxytropidoceras buarquianum* (White, 1887) and *Douvilleiceras mammillatum aequinodum* (Queenstedt, 1849), and to the echinoids *Orthopsis* sp. and *Hemiaster* cf. *proclivus* Cotteau, Peron & Gauthier 1878. From a biostratigraphic point of view, the last of these taxa indicate the H1 and H2 biohorizons of Tavares *et al.* (2007), which are correlative to the uppermost lower Albian and middle Albian.

The clay mineral analysis of 42 samples revealed a continuous presence of the smectite-ilite-caulinite association, with proportions of the first mineral ranging from 44 to 97 %, with mean values of 69 to 72% in the several sections. The

paleoenvironmental meaning of this abundance is related with the existence subtropical conditions during the Aptian, together with a moderate rainfall and a significant seasonal contrast. At the same time, the weathering of intrusive, basic rocks in the marginal areas of the sedimentary basin, also represented an additional source for smectite.

Finally, the paleobiologic meaning of the studied paleofauna and its articulation with the facilogic data suggest a location in a carbonate ramp marine paleoenvironment, rather distal but yet situated within the photic zone boundary, below the coastal wave base. The local substrates were soft and oxygen rich, and the paleoenvironment was fully opened to oceanic influence and faunal migration from the *offshore*.

ÍNDICE GERAL

Dedicatória

Agradecimentos

Resumo

Abstract

Índice Geral

Índice de Figuras

Índice de Tabelas

I – INTRODUÇÃO

| | |
|---|----|
| 1.1 - Âmbito e relevância do estudo efetuado | 1 |
| 1.2 - Definição da área em estudo | 2 |
| 1.2.1 - Antecedentes históricos | 3 |
| 1.2.2 - Caracterização físico-geográfica: localização, dimensão e limites | 4 |
| 1.2.3 – Relevo e hidrografia | 5 |
| 1.2.4 – Características climáticas | 5 |
| 1.2.4.1 - Temperatura e precipitações | 6 |
| 1.2.5 - Fauna, vegetação e solos | 6 |
| 1.2.6 – População | 8 |
| 1.3. Objectivos do trabalho | 9 |
| 1.4 - Materiais utilizados | 11 |
| 1.5 - Métodos utilizados | 12 |

| | |
|--|----|
| 1.7 - Estruturação do trabalho | 13 |
| II – GEOLOGIA DA BACIA DE BENGUELA | |
| 2.1 - Resenha histórica da Geologia de Angola e da Bacia de Benguela | 15 |
| 2.1.2 - A passagem ao século XX | 15 |
| 2.1.3 - A segunda metade do século XX | 17 |
| 2.2 – Geomorfologia | 19 |
| 2.3 – Estratigrafia | 20 |
| 2.3.1 - Génese e compartimentação da Bacia de Benguela | 22 |
| 2.3.2 - Unidades litostratigráficas do Albiano da Bacia de Benguela | 27 |
| 2.3.2.1 - Formação Tuenza | 29 |
| 2.3.2.2 - Formação Catumbela | 30 |
| 2.3.2.3 - Formação Quissonde | 31 |
| 2.3.2.4 - Formação Dondo | 32 |
| III – PERFIS E ESTRATIGRAFIA | |
| 3.1 - Descrição dos perfis estratigráficos | 33 |
| 3.1.1 - Perfil da pedreira da empresa ZAGOPE, Lda (DG1) | 34 |
| 3.1.2 - Perfil do Afloramento DG2 | 36 |
| 3.1.3 - Perfil do Afloramento DG3 | 38 |
| 3.2 - Fácies e ambiente sedimentar | 44 |
| 3.3 - Biostratigrafia de amonóides e idade | 45 |

IV – CORTEJOS ARGILOSOS

| | |
|---|----|
| 4.1 – Metodologia | 50 |
| 4.2 – Resultados | 51 |
| 4.3 - Significado das associações de minerais argilosos | 54 |
| 4.3.1 - Clima e alteração química | 55 |
| 4.3.2 - Fonte sedimentar | 56 |
| 4.3.3 – Fisiografia | 57 |

V – CONTEXTO PALOBIOLÓGICO E PALEO-AMBIENTAL

| | |
|--|----|
| 5.1 – Invertebrados fósseis e paleocomunidades marinhas | 59 |
| 5.2 – Significado paleoecológico da associação estudada | 59 |
| 5.3 – O paleoambiente marinho do Dombe Grande (Formação Quissonde) | 62 |

CONCLUSÃO

BIBLIOGRAFIA

ESTAMPAS

ÍNDICE DAS FIGURAS

CAPÍTULO – I

| | |
|--|--|
| Figura 1.1 - Mapa de localização e divisão administrativa do município da Baía Farta ..3 | |
| Figura 1 .2 - Aspecto parcial do ‘ <i>modus vivendis</i> ’ do povo “Va Ndombe”4 | |
| Figura 1 .3 - Gráfico termo-pluviométrico da província de Benguela baseado nos dados do Observatório Meteorológico do Aeroporto 17 de Setembro, 20107 | |
| 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 Grande8 | |
| Figura 1 .5 - Aspetos do Rio Coporolo, no troço que antecede a foz, e da vila sede da comuna do Dombe Grande9 | |
| Figura 1 .6 - Aspeto da região do Dombe Grande com localização dos perfis estratigráficos13 | |

CAPÍTULO – II

| | |
|---|--|
| Figura 2.1 - Carta Geológica de Angola16 | |
| Figura 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 soco19 | |
| Figura 2.3 – Mapa das Bacias Costeiras de Angola21 | |
| Figura 2.4 - Quadro Estratigráfico sintético das Bacias Meso-Cenozóicas de Angola e suas etapas de enchimento22 | |
| Figura 2.5 - Esboço geológico da Bacia de Benguela23 | |
| Figura 2.6 – Alternâncias de margas e calcários nos afloramentos do Cuio (Sector do Dombe Grande) e junto à estação mineral do Jomba, Lobito (Sector Praia da Hanha)25 | |
| Figura 2.7 - Aspecto parcial espessa da sucessão carbonatada do Albiano (Formação Catumbela), próximo da vila da Catumbela25 | |

| | |
|---|----|
| Figura 2.8 - Sobreposição da Formação Catumbela à Formação Tuenza no Sector Dombe Grande (estrada Dombe Grande - Cuio) | 26 |
| Figura 2.9 - Panorâmica do sector do Dombe Grande em que se observam extensos afloramentos das formações Tuenza, Catumbela, e Quissonde | 27 |
| Figura 2.10 - Quadro estratigráfico da Bacia de Benguela | 28 |
| Figura 2.11 - Unidades greso-conglomeráticas da Formação Cuvo a sul do Dombe Grande | 29 |
| Figura 2.12 - Aspectos litológicos da Formação Binga, no setor Dombe Grande..... | 29 |
| Figura 2.13 - Aspectos litológicos da Formação Tuenza no setor Dombe Gra..... | 30 |
| Figura 2.14 - Aspecto geral dos calcários maciços da Formação Catumbela no setor Dombe Grande | 31 |
| Figura 2.15 - Aspeto das alternâncias calcário-marga e alguns fósseis de amonites e equinídeos da Formação Quissonde no Dombe Grande | 32 |

CAPÍTULO – III

| | |
|---|----|
| Figura 3.1 - Vista parcial da Pedreira da ZAGOPE Lda e da sucessão estratigráfica das camadas | 34 |
| Figura 3.2 - Perfil estratigráfico DG1 | 35 |
| Figura 3.3 - Aspetos do perfil DG2 e sua sucessão estratigráfica carbonatada | 37 |
| Figura 3.4 - Perfil estratigráfico DG2 | 39 |
| Figura 3.5 - Perfil estratigráfico DG2 | 40 |
| Figura 3.6 - Aspetos do perfil DG3 e sua sucessão estratigráfica carbonatada | 41 |
| Figura 3.7 - Perfil estratigráfico DG3 | 42 |
| Figura 3.8 - Perfil estratigráfico DG3 | 43 |
| Figura 3.9 - Horizontes biostratigráficos e associações de amonóides do Albiano marinho da Bacia de Benguela | 46 |
| Figura 3.10 - Biozonas, biohorizontes e distribuição vertical das espécies de amonóides do Albiano da Bacia de Benguela | 48 |

CAPÍTULO – IV

- Figura 4.1 - Exemplo de difratogramas obtidos para amostras dos perfis 2 e 351
- Figura 4.2 - Associações de minerais argilosos nos perfis DG2 e DG352
- Figura 4.3 - Relação entre a proporção de esmectite e a relação caulinite/ilite ao longo dos dois perfis54
- Figura 4.4 - Zonas climáticas e minerais argilosos mais comuns55
- Figura 4.5 - Esquema da margem oeste-equatorial e sudoeste de África durante o início do Cretácico56

CAPÍTULO – V

- 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]61
- Figura 5.2 – Modelo esquemático, sedimentar e paleobiológico da rampa carbonatada do Albiano da Bacia de Benguela em que se evidenciam (1) o posicionamento batimétrico e ecológico da paleofauna de invertebrados nectónicos e bentónicos abordada no presente estudo, (2) a abundância relativa dos principais grupos faunísticos em função do contexto paleogeográfico e do paleoambiente sedimentar64

ÍNDICE DAS TABELAS

CAPÍTULO – I

| | |
|--|---|
| Tabela 1.1 - Temperatura atmosférica da Estação Climatológica do Lobito (1960-1974)..... | 7 |
|--|---|

CAPÍTULO – V

| | |
|---|----|
| Tabela5.1 - Reconstituição paleoecológica do modo de vida dos <i>taxa</i> estudados, efetuada por comparação com formas atuais taxonomicamente emparentadas e com base em critérios de morfologia funcional | 60 |
|---|----|