RAG Revista Angolana de Geociências

Revista Angolana de Geociências / v.1 n.1 / 2020 / p. 78-87 ISSN:

Artigo original

Construção de secções estratigráficas no litoral de Luanda - Bacia do Kwanza

Construction of stratigraphic sections on the coast of Luanda - Kwanza Basin

João Constantino[1], Horácio Mega Fontes[2], Simão Vunda[3], Cirilo Cauxeiro[4]

[1]Geoscientist, Energy Resarch Resouces, Avenida 4 de Fevereiro 71 Luanda, Angola, email: jctino12@hotmail.com and joao.constantino@sonangol.co.ao.
[2]Master in Geology, Department of Geology Agostinho Neto University (UAN) Avenida 4 de Fevereiro 71 Luanda, Angola, email: megacito@hotmail.com.
[3]Geophysicist, email: simao.vunda@eni.com.
[4]Department of Geosciences, Instituto Superior Politécnico de Tecnologias e Ciências (ISPTEC), Avenida Luanda Sul, Rua Lateral, S10, Talatona, Luanda, Angola, email: circauxeiro@gmail.com.

CITAR COMO:
Constantino, J., H. M. Fontes, S. Vunda e C. Cauxeiro. Construção de secções estratigraficas no litoral de Luanda - Bacia do Kwanza. Revista Angolana de Geociências, 2020, 1(1), p. 78-87

INFORMAÇÂO ADICIONAL:
Recebido: 17/5/2020
Aceite: 12/6/2020
***Autor correspondente:**
João Constantino
(e-mail: joao.constantino@sonangol.co.ao)
Licença: CC BY-NC
Copyright: Centro de Investigação em Ciências Geológicas Aplicadas
Conflictos de interesses: Os autores declaram que não há conflictos de interesses

Resumo: A análise detalhada das Secções Estratigráficas das zonas costeiras nas margens passivas, constitui uma ferramenta ou metodologia importante na interpretação da geologia, dos dados geofísicos, para inferir e calibrar os marcadores geológicos estratigráficos nos trabalhos de prospecção de recursos minerais. Este processo resulta numa primeira fase de um levantamento que permitirá a análise dos reais registros minerais em subsuperfície (hidrocarbonetos, minerais solidos) e na engenharia geotécnica.
A interpretação das secções estratigráficas construídas nos afloramentos da Fortaleza de São Miguel (actualmente conhecido como Museu das Forças Armadas) e da Zona da Boa Vista em Luanda, foram objecto da correlação local e a sua interpretação permitiu caracterizar a complexa Formação Luanda, composta de múltiplas variações de fácies, sendo o produto de um claro paleo-ambiente entre processos costeiros e plataforma até talude. Estas séries representam o intervalo estratigráfico do Miocéno Superior-Plioceno, na Bacia do Kwanza. Estas Unidades estratigráficas são mapeáveis sismicamente na extensão maritima da zona de estudo e são cobertas pela Formação Quelo do Quartenario-Pleistocénico marcada por uma discordância basal erosiva.

Palavras-chave: Secções Estratigraficas, Afloramentos da Fortaleza de São Miguel e da Boa Vista, Bacia Sedimentar do Kwanza, Estratigrafia do Plioceno, Extensão Offshore.

Abstract: The detailed analysis of the Stratigraphic Sections of the coastal zones in the passive margins, constitutes an important tool or methodology in the interpretation of the geology, of the geophysical data, to infer and to calibrate the stratigraphic geological markers in the prospecting works of mineral resources. This process results in a first phase of a survey that will allow the analysis of the real mineral records in subsurface (hydrocarbons, solid minerals) and in geotechnical engineering).
The interpretation of the stratigraphic sections built in the outcrops of the Fortaleza de São Miguel (currently known as the Armed Forces Museum) and the Boa Vista Zone in Luanda, were the object of local correlation and their interpretation allowed to characterize the Luanda Formation complexivity composed of multiple variations of facies, being the product of a clear paleo-environment between coastal processes and continental shelf to the slope.
These series represent the Upper Miocene to Pliocene stratigraphic interval, in the Kwanza Basin. These stratigraphic units are seismically mapped in the offshore extension at the study area and are covered by Quarternary Upper Pleistocene Quelo Formation marked by a basal erosion uncounformity.

Keywords: Stratigraphic Sections, Outcrops of the Fortress of São Miguel and Boa Vista, Kwanza Sedimentary Basin, Pliocene stratigraphy, Offshore Extension

INTRODUÇÃO

A Bacia sedimentar do Kwanza é uma das bacias da orla litoral angolana que deverá servir de objecto de estudo nos vários sector que necessitam do seu conhecimento geológico para apresentar soluções a problemas científico e de engenharia geológica, pois ela apresenta ainda varias incertezas sobre as formações geológicas que a constituem, suas variações de fácies, extensão ou continuidade para o Offshore. Por outro lado esta bacia apresenta excelentes expectativas nos trabalhos de pesquisas de recursos naturais, tanto em terra como no mar assim como em trabalhos de geotecnia com objectivo de investigar os locais para assentar infraestruturas, (determinando zonas com sedimentos instáveis, fluxos de sedimentação recente entre outros aspectos da caracterização geológica e geotécnica). Assim o levantamento das secções estratigráficas locais ao longo dos afloramentos presentes na sua faixa litoral podem servir de ferramentas importantes para o suporte nos trabalhos de interpretação geológica nos dados geofísicos que facilitará numa melhor interpretação sísmica e de dados de sonagens.

Nos trabalhos de interpretação sísmica para a exploração de recursos por exemplo é frequente a necessidade de calibrar os marcadores sísmicos aos marcadores geológicos, assim há a necessidade de representar os marcadores a escala das Unidades Cronostratigráficas, como se exemplifica na figura nº1. Isso permite ter, experiências apuradas nas analogias, entre os dados de sondagens, afloramentos e sísmica para representar as litologías antes das sondagens ou perfurações de poços. Este trabalho combinado com a boa planificação e integração de dados reduz o grau de incertezas e consequentemente a redução de custos, o que é determinante o conhecimento da geologia da bacia. Nas várias áreas da bacia do Kwanza estas incertezas tem sido observado no rastreamento do Plioceno, no entanto está presente nos afloramentos da orla costeira em particular na Fortaleza de São Miguel e da zona da Boa Vista à norte.

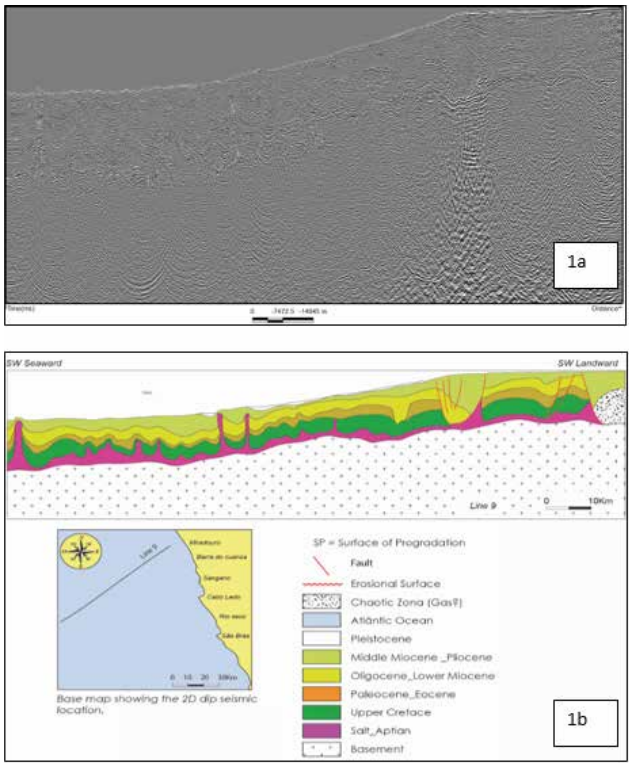

Figura 1: Acima a Secção sismica 2D no domínio de tempo (PSTM) e em baixo a sua interpretação ilustrando a arquitectura estratigráfica bem como o marcador do Plioceno na porção marítima da Bacia do Kwanza. J.Constantino e C.Cauxeiro, Modificado de Cauxeiro et al., 2018.

As secções estratigráficas construídas mostram respresentações da Formação Luanda complexa por lhe ser atribuída numerosas variações de fácies sedimentares. A extensão bem como a complexidade das arquitecturas estratigráficas desta Formação geológica é bem visível nas secções sísmicas no Offshore desta zona da bacia; estes todos aspectos, a metodologia apresentada assentam nos objectivos deste trabalho de um caracter cientifico e académico que debruça-se aos estudos litostratigraficos realizados em dois afloramentos da cidade de Luanda nomeadamente Fortaleza São Miguel (actual Museu das Forças Armadas) e na zona da Boa Vista, na qual foram levantadas as suas secções estartigráficas locais, com objectivos de:
1-Caracterizar e interpretar os fácies sedimentares que constituem as falésias, de modo a establecer as suas as relações temporais e ccorrelacioná-los as unidades litostratigráficas da bacia do Kwanza.

2-Correlacionar do ponto de vista de sismoestratigrafia as unidades litostratigráficas aflorantes com os principais marcadores sísmicos mapeados no offshore da bacia do Kwanza, de modo aferir a sua continuidade.

3-Demostrar a importância da construção das secções estratigráficas ao longo do litoral de Luanda, bem como a importância do estudo de formações rasas aplicada a prospecção petrolífera, recursos minerais sólidos, na geotecnia ou geologia de engenharia e ambiente.

LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo localiza-se ao longo do litoral da cidade de Luanda (figura-2) desde a Fortaleza de São Miguel no afloramento de coordenadas (Y = 9022525 m; X = 307500 m) até a zona da Boa Vista com os afloramentos de coordenadas (Y = 9028775 m; X = 313750 m) e (Y = 9028752 m; X = 313970 m) e arredores da sua extensão marítima, conforme é representado no mapa da figura n.º 2 que representa os pontos dos afloramentos estudados.

GEOLOGIA REGIONAL

A área de estudo é parte integrante da unidade tectónico-estrutural denominada bacia do Kwanza geneticamente ligada a abertura a Centro-Sul do Océano Atlântico durante o Cretácico inferior. Esta Bacia representa a porção segmentada de uma margem controlada particularmente pelo movimento do sal (Brice et al., (1982), Teisserenc & Villemin (1989), Guiraud & Maurin, (1992), Karner & Driscoll (1998)).

Durante o período cenozóico, a parte oriental da bacia foi submetida a uma elevação diferencial global para o sul que levou a erosão de parte dos afloramento actuais ao longo

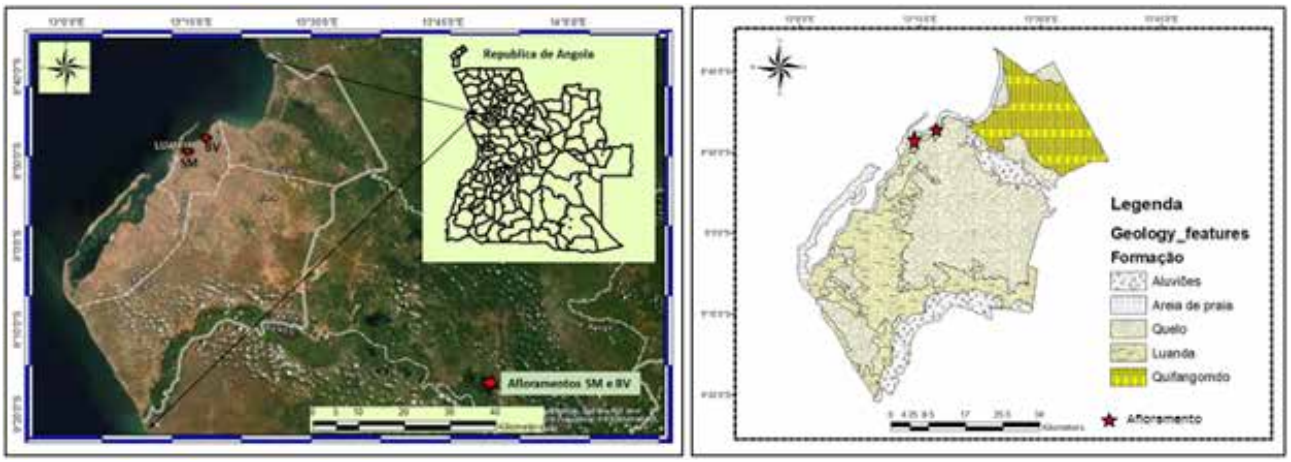

Figura 2: Localização da área de estudo

da zona costeira. Este artigo enfoca as condições para a importância do estudo do Pliocénico na zona norte da Bacia kwanza na base do levantamento de secções estratigráficas locais normalizadas.

Apesar da excelente qualidade dos afloramentos, poucos estudos de campo foram realizados nas áreas de Luanda (C. Cauxeiro et al., 2014; Castellano et al., 2000; Duarte-Morais e Sgrosso, 1998; Morais et al., 2000; Gabriel, 2006), e, em particular, a idade da série ainda permanece questionável. Além disso, existem alguns dados sísmicos que podem ser interpretados nessa área e ajudaram a definir com precisão a arquitectura global da plataforma continental bem como a geo-história dos diferentes segmentos próximos ao domínio costeiro (Hudec and Jackson, 2002, 2004; Broucke, 2004; Cramez and Jackson, 2000).

LITOLOGIA REGIONAL

Inúmeros trabalhos da caracterização das litologias da Bacia do Kwanza foram publicados dos quais citou-se, a Coluna litostraestratigráfica apresentada pela Comissão de estratigrafia de 1991 o trabalho da Schlumberger Avaliçao das Formações

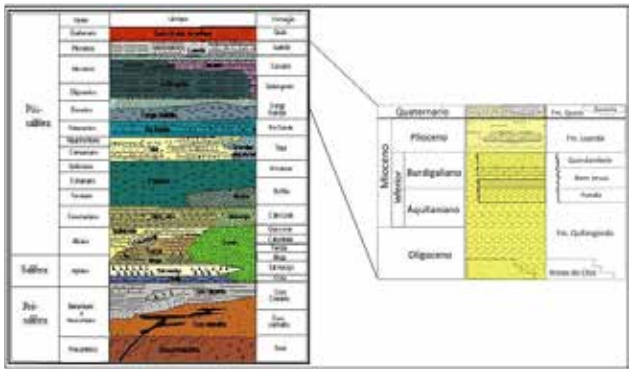

Figura 3: Estratigrafia da Bacia do Kwanza ,Apresentada na conferência internacional GeoLuanda 2000, por M.L. Duarte Morais & I.Sgross editado por M.L.Puntigano, Modificada, J.Constantino e H.M.Fontes, sintetiza a litologia das formações geológicas da bacia do Kwanza.

(WEC, 1991) e a estratigrafia da Bacia do Kwanza apresentado na conferência internacional Geoluanda 2000 no período de 21 e 24 de Maio, por M.L. Duarte Morais & I. Sgrosso, editado por Maria Luisa Putignano, nesta a apesar de necessitar actualizaçao as unidades litoestratigráficas aparecem nitidamente representadas como se vê na figura nº3.

ASPECTOS DO RELEVO

Os afloramentos estudados (Fortaleza de São Miguel e da área da Boa Vista) localizados na franja litoral de Luanda caracterizados por escarpas que atigem duas dezenas de metros de altura é composta por rochas sedimentares atribuídas as formações geológicas de Luanda e Quelo. O relevo é cortado por pequenos vales com pendentes relativamente suave e abrupta (Boa Vista), escavados por incisões de linhas de água que desaguam no oceâno Atlântico.

MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia do trabalho do levantamento das secções estratigráficas nos afloramentos de São Miguel e da zona da Boa Vista obedeceu as seguintes etapas :

1ª Percorreu-se a zona estudada para seleccionar as melhores secções estratigráficas que cumpram e caracterizam os seguintes critérios para a selecção de uma zona a investigar:

- Que existam bons afloramentos;
- Que a secção seja a mais completa (contínua) possível;
- Preferencialmente as secções que contenham os limites do intervalo que se vai estudar ou investigar;
- Quando num percurso se observa que há mudanças de fácies devem ser seleccionadas tantas secções que sejam necessárias.

2ª Escolher a escala que se vai usar no levantamento da secção estratigráfica:

- Ter em conta a espessura total do intervalo a representar. Se o intervalo apresenta grandes espessuras (Km) usa-se uma escala grande (1:1000);
- Atender a Uniformidade dos Cortes. Se o Corte observa-se em todos sentidos (uniformemente na vertical e na horizontal) usa-se uma escala de detalhe (1:100 ou 1:500).

- Uma vez seleccionada a escala, então procede-se ao levantamento da secção tomando dois intervalos de acordo com a escala, é recomendável que se tenha uma régua de madeira graduada de um metro (1m).
- Uma vez seleccionado o intervalo, procede-se a caracterização da geologia do intervalo descrevendo:
  a) Litologia
  b) Espessura
  c) Contacto entre as camadas
  d) Texturas observada
  e) Se for necessário tiram-se fotografias

3ª Recolha de amostras ou realizar a amostragem.
A amostragem foi realizada com ajuda de martelo de geológo, para facilitar a retirada das amostras, embora se trate de rochas a friáveis, essencialmente arenitos, siltitos e argilitos e em alguns casos passagem de argilitos e calcários fossilíferos. Adoptou-se o intervalo de recolha de um metro (1m) para se obter melhor representividade e com a ajuda da régua graduada com dimensão de um metro se determinou os pontos de amostragem partindo da base ao topo. Os pontos que coincidiram a intervalos com cobertura vegetal, foram designados de em branco ou seja afloramento nulo, como ilustra as secções estratigráficas nas figuras n° 4 e 5.

TRABALHO DE CAMPO

As secções foram organizadas de forma temporal (da base ao topo) representando as unidades estratigráficas diferenciadas composta pelas unidades cronoestratigráficas e as unidades litoestratigráficas aflorantes na área. No centro desta representação gráfica foi colocada os dados de campo num conjunto de elementos que integram a escala vertical, pontos de amostragem, a coluna litológica construída, estrutura de ordenamento interno, a textura, distinção de outros aspectos como os tipos fósseis presentes. A secção é complementada com a interpretação dos ambientes de sedimentação.

DESCRIÇÃO DA SECÇÃO ESTRATIGRÁFICA DA FORTALEZA DE SÃO MIGUEL

Secção S.M.1
(Base ao topo) **De 0-1m:** Areias de cor cinzenta de granulometria fina, encontrando-se oxidadas (limonite) bioturbada. Isto da base ao topo. A 55 cm encontra-se uma descontinuidade erosional ferruginosa. Entre 35-50cm, verifica-se um preenchimento de calcário conquífero (fez efervescência rápida com o ácido clorídrico – HCL). Moldes de bivalves foram encontrados no calcário.
Estrutura: maciça

De 1-2m: Arenitos, pouco consolidados, de cor cinzenta de granulometria fina a grosseira bandeadas com limonite e bioturbadas. No topo encontram-se limitadas por uma descontinuidade erosional ferruginosa.
Estrutura: maciça

De 2-3m: Arenitos, pouco consolidados, de cor cinzenta de granulometria fina com pequenos conglomerados (da base ao topo). A 55 cm verifica-se uma discordância ferruginosa. A cima dela, encontram-se calcários fossilíferos com 45 cm de espessura.
Estrutura: maciça

De 3-4m: Em branco (não observado) devido a vegetação
De 4-5m: Bancos de calcários fossilíferos com areia (calcarenitos fossilíferos)
De 5-6m: Em branco (não observado) devido a vegetação
De 6-7m: Arenitos, pouco consolidado, compostos por areias de praia de cor cinzentas de granulometria fina a grosseira com níveis de limonite bioturbadas.
Estrutura: maciça

De 7-8m: Arenitos, pouco consolidado, de cor amarela da presença de limonite de granulometria fina a grosseira bioturbadas.
Estrutura: maciça

De 8-9m: Em branco devido a vegetação
De 9-10m: Em branco devido a vegetação
De 10-11m: Calcário fossilífero com 20 cm de espessura (na base), seguidos de arenitos, pouco consolidado, compostos por areias de praia de cor cinzenta com niveis de limonite com materia orgânica recente.
Estrutura: maciça

De 11-12m: Arenitos, pouco consolidado, compostos por areias de praia de cor cinzenta clara de granolometria muito fina, com níveis de limonite bioturbadas.
Estrutura: maciça

De 12-13m: Arenitos, pouco consolidado, de cor amarelada devido a limonite com nódulos carbonatados e coloração escura indicando a presença de matéria orgânica.
Estrutura: maciça

De 13-14m: Arenitos, pouco consolidado, de cor cinzenta e amarelada devido a limonite de granulometria fina bioturbada.
Estrutura: laminar

De 14-15m: Arenitos, pouco consolidado, de cor cinzenta e amarelada devido a limonite de granulometria fina.
Estrutura:maciça

De 15-16m: Arenitos, pouco consolidado, de cor cinzenta e amarelada devido a limonite de granulometria fina com carbonatos
Estrutura: maciça

De 16-17m: Arenitos, pouco consolidado, de cor cinzenta na base, amarelada no meio e no topo amarela avermelhada, de granulometria fina com calcários.
Estrutura: maciça

De 17-18m: Arenitos, pouco consolidado, avermelhado da formação Quelo com 90 cm de espessura.

A figura n° 4 representa a secção estratigráfica local construída no afloramento1 na zona da Fortaleza de São Miguel.

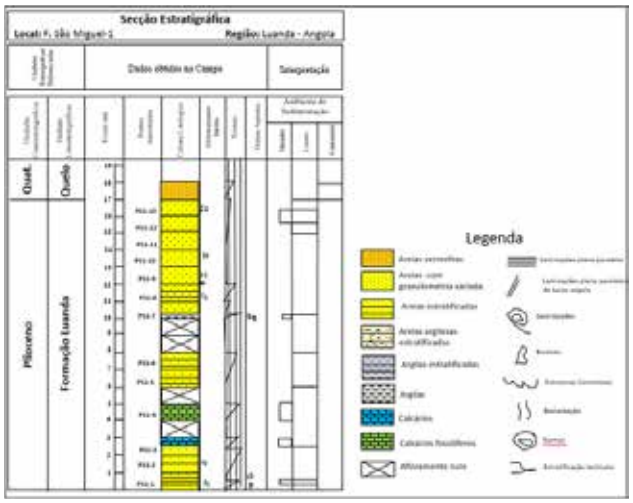

Figura 4: Secção estratigráfica local da fortaleza São Miguel – 1 construida.

Secção S.M. 2

De 0-1m: Arenitos, pouco consolidado, de cor cinzenta clara, amarelada devido a limonite de granulometria fina a grosseira com 65 cm na base. No topo calcário fossilífero 35 cm. A passagem das arenitos, cinzentos a calário é marcada por uma descontinuidade. As areias possuem bioturbação.
Estrutura: maciça

De 1-2m: Arenitos, pouco consolidado, de cor cinzenta amarelada na base de granulometria fina a grosseira e bioturbada.
Estrutura: maciça

De 2-3m: Calcoarenito fossilífero com conchas de bivalves.
Estrutura: maciça

De 3-4m: Em branco devido a vegetação
De 4-5m: Em branco devido a vegetação
De 5-6m: Em branco devido a vegetação
De 6-7m: Em branco devido a vegetação
De 7-8m: Arenitos, pouco consolidado, de cor castanha amarelada com granulometria fina a grosseira.
Estrutura: maciça

De 8-9m: Arenitos, pouco consolidado, de cor cizenta clara amarelada devido a limonite de granulometria fina a grosseira.
Estrutura: maciça

De 9-10m: Arenitos, pouco consolidado, de cor cizenta, granulometria fina a grosseira (com alguns microconglomerados), grãos arredondados e achatados com limonite .
Estrutura: maciça

De 10-11m: Arenitos, pouco consolidado, de cor cinzenta amarelada de granulometria fina a grosseira com 10 cm de espessura na base. No topo microconglomerados calcário fossilífero separada da areias por uma descontinuidade ferruginosa.
Estrutura: maciça

De 11-12m: Arenitos, pouco consolidado, compostos por areias de praia de granulometria fina com níveis de limonite bioturbada na base e no topo microconglomerados com nódulos ferruginosos (limonite).
Estrutura: maciça

De 12-13m: Arenitos, pouco consolidado, composto por areias de praia de granulometria fina (mais que no ponto anterior), na base e no topo nódulos ferruginosos (limonite).
Estrutura: maciça

De 13-14m: Arenitos, pouco consolidado, cinzento amarelado (limonite) de granulometria fina a grosseira com 75 cm de espessura, com concreções de limonite na base. Uma descontinuidade erosional ferruginosa separa as areias do calcário fossilífero microconglomerados no topo.
Estrutura: maciça

De 14-15m: Calcário conquífero microconglomerático
Estrutura: maciça

De 15-16m: Calcário conquífero microconglomerático
Estrutura: maciça

De 16-17m: Arenitos, pouco consolidado, de cor castanhada e amarelada de granulometria fina com carbonatos e limonite bioturbadas.
Estrutura: maciça

De 17-18m: Arenitos, pouco consolidado, castanho amarelado de granulometria fina a grosseira com presença de carbonatos.
Estrutura: maciça

De 18 m em diante apresenta arenitos, pouco consolidado, de cor vermelha, da formação Quelo de aproximadamente 3-4 metros. A figura n.º 5 representa a secção estratigráfica local construída no afloramento 2 na zona da Fortaleza de São Miguel.

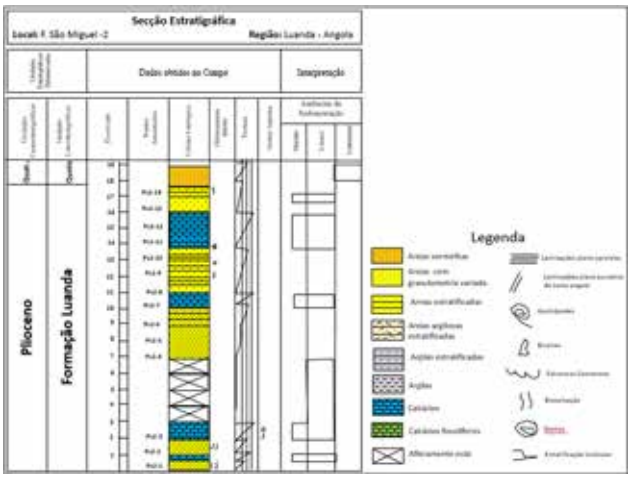

Figura 5: Secção Estratigrafica local da Fortaleza São Miguel-2 construída

A figura n.º 6 corresponde a uma fotografia tirada durante o trabalho no afloramento da Fortaleza de São Miguel representa claramente a presença de níveis com arenitos com a presença do mineral limonite, caracterizado pela sua tonalidade e cloração avermelhada e acima observa-se uma descontinuidade de camada ferruginosas.

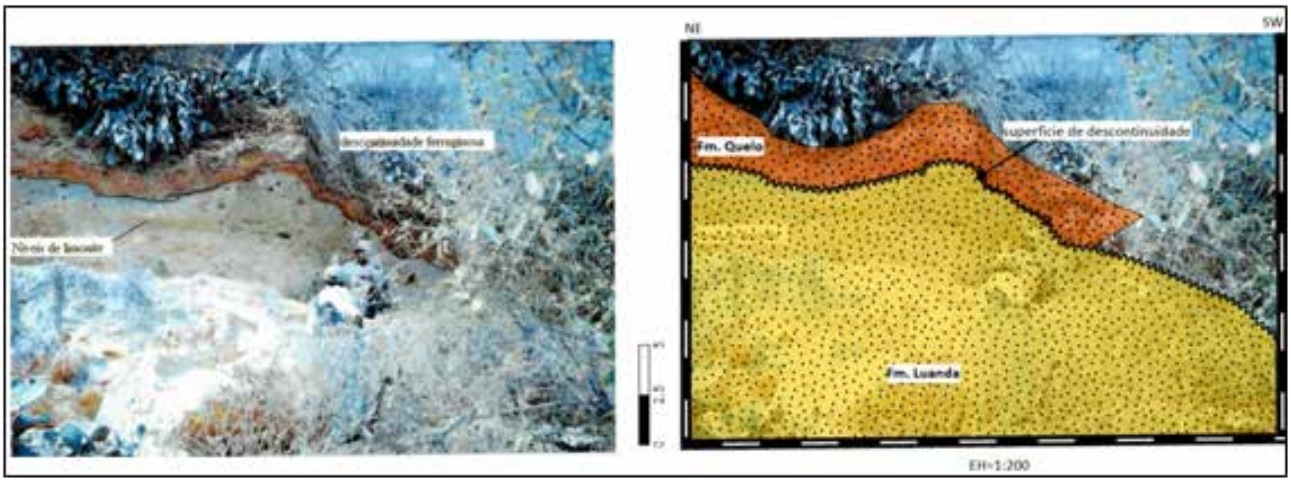

Figura 6: Afloramento da Fortaleza de São Miguel, Fotografia de campo e representação geológica.

DESCRIÇÃO DA SECÇÃO ESTRATIGRÁFICA DA BOA VISTA

Secção B.V-A

De 0-1m: Arenitos, pouco consolidado, de cor cinzenta clara de granulometria média com intercalações de material ferruginosa.
Estrutura: laminar plano paralela (na ordem de mm).

De 1-2m: Em branco (afloramento coberto pelo lixo).
De 2-3m: Arenitos, pouco consolidado, compostos por areias de praia de cor cinzenta clara com argilas, tendo no topo limonite e 1cm abaixo com hematite. Arenitos com a espessura variada de 15 cm.
Estrutura: estrutura laminar na ordem de mm, slumps e estruturas convolutas.

De 3-4m: Arenitos, pouco consolidado, compostos por areias de praia de cor cinzenta de granulometria fina com espessura aproximada de 15cm (na base) e argilitos, claros com intercalações de arenitos e de limonite.
Estrutura: laminar plano paralela (na ordem de mm)

De 4-5m: Arenitos, pouco consolidado, de cor cinzenta, de granulometria fina de 14cm de espessura, intercalda com argilas fissuradas. Verifica-se um incremento da espessura de areias em diferenciação ao topo com limonite com espessura 2-4 cm bioturbadas.
Estrutura: laminar (na ordem de mm para argilitos)

De 5-6m: Arenitos, pouco consolidado, de cor cinzenta clara, de granulometria fina com níveis de limonites.
Estrutura: laminar e flaser

De 6-7m: Arenitos, pouco consolidado, de cor cinzenta clara, de granulometria fina com níveis de limonite.
Estrutura: laminar

Secção B.V-B

De 0-1m: Arenitos, pouco consolidado, de cor cinzenta clara, de granulometria média com intercalações de material ferruginosa.
Estrutura: laminar plano paralela (na ordem de mm).

De 1-2m: Em branco (afloramento coberto pelo lixo).
De 2-3m: Arenitos, pouco consolidado, composto por areias de praia, de cor cinzenta clara com argilas, tendo no topo limonite de 1 cm abaixo com hematite. Arenitos com a espessura variada de 15 cm.
Estrutura: Estrutura: laminar plano paralela (na ordem de mm)

De 4-5m: Arenitos, pouco consolidado, de cor cinzenta de granulometria fina de 14cm de espessura, intercaladas com argilas fissuradas. Verifica-se um incremento da espessura de areias em diferenciação ao topo com limonite com espessura 2-4 cm bioturbadas .
Estrutura: laminar (na ordem de mm para argilas)

De 5-6m: Arenitos, pouco consolidado, cinzentos de granulometria fina, com espessura de 5 -10 cm, com intercalações de limonite na espessura de mm, bioturbadas.
Estrutura: laminar

De 6-7m: Arenitos, pouco consolidado, constituído por areias de praia com espessura de 5 cm com intercalações de limonite, entre 1-1,5cm.
Estrutura: laminar

De 7-8m: Arenitos, pouco consolidado, de cor cinzenta clara, de granulometria fina na base aproximadamente de 15 cm e argilas com intercalações de limonite de 5 cm de espessura no topo.
Estrutura: laminar

De 8-9m: Argilitos, fissurados com direcção SW, com níveis de limonite, faz esfervescência rápida com acido cloridrico (HCL).
Estrutura: laminar

De 8-9m: Arenitos, pouco consolidado, composto por areias de praia, com intercalações de limonites bioturbadas e com nódulos de preenchimentos.
Estrutura: laminar

Obervação: Nos pontos 7-9 verifica-se um incremento nas laminações de limonite em direcção ao topo.

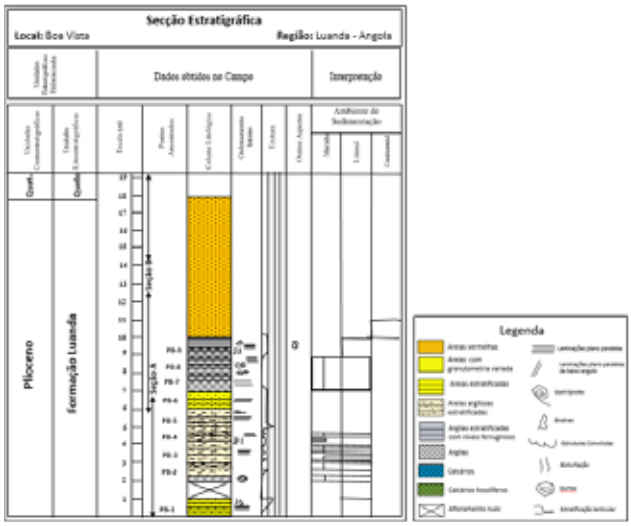

Figura 7: Secção Estratigraficas local da Boa Vista A-B construída.

De 10 m em diante arenitos vermelhos (Formação Quelo) com espessura de 8 metros). A figura n.º 7 representa a secção estratigráfica local construída no afloramento na zona da Boa Vista.

Durante o trabalho de campo foram realizadas secções fotográficas nos afloramentos para evidenciar as características geológicas marcantes. Assim é mostrado os planos de deslizamentos nas figuras n°8 e 9. Estes Planos de deslizamentos presentes na Formação Luanda com descontinuidade que se move no mesmo sentido da vertente, se houver concentração de água com diminuição da força de atrito a massa rochosa sobrejacente pode utilizar o plano e deslizar para a base da vertente constituíndo um risco geológico muito comum no tempo chuvoso que coloca em perigo para as populações do arredor.

Figura 8: Afloramento da Boa Bista A, observando-se um plano de deslizamento na formação Luanda.

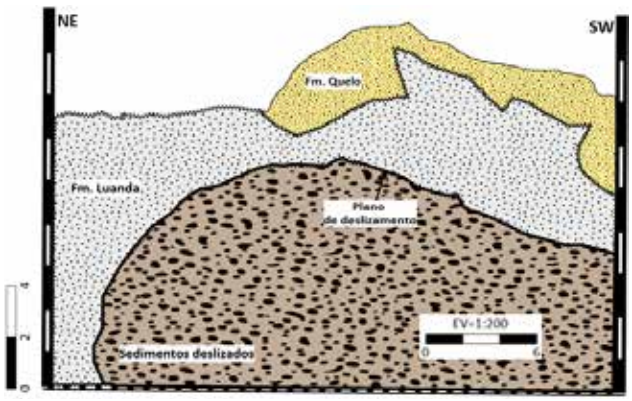

Figura 9: Afloramento da Boa Bista A, observando-se um plano de deslizamento na formação Luanda

Figura 10: Parte média do afloramento da Boa Vista A, Estrutura de carga (Slumping) e níves de oxidação

Para além dos planos de deslizamentos foi possível notar a presença de estruturas sedimentar de carga classificada do tipo Slumping como se pode ver na figura n.º 10.

O contacto brusco entre as formações Luanda e Quelo foi também uma característica notável, como se pode ver nas figuras nº11 e 12.

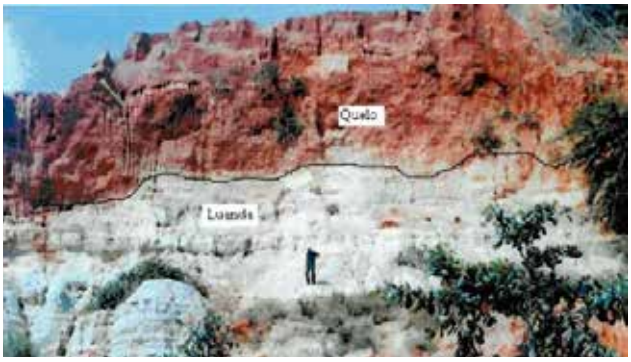

Figura 11: Parte média do afloramento da Boa Vista B, contacto brusco entre as formações Luanda e Quelo.

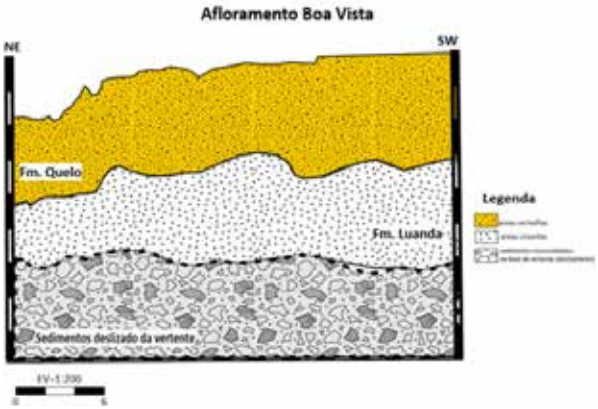

Figura 12: Representação da parte média do afloramento da Boa Vista B, contacto brusco entre as formações Luanda e Quelo.

INTERPRETAÇÃO (LITOLOGIA)

No trabalho de campo reasalizado e das amostras retiradas nestes afloramentos constatou-se:
A Formação Luanda é a mais complexa de ser descrita pelas numerosas variações de fácies que apresenta. A principal litofácies presente na área observadas são as seguinte:

a) Alternância milimétrica e centimétrica de siltitos e arenito de granulometria fina esbranquiçada e amarelada de espessuras variáveis centimétrica (Secção da Boa Vista). Os afloramentos apresentam-se como corpos arenosos contínuos, indicadores de processos de tracção e decantação em ambiente continental lacustre presentes numa planície aluvionar. As areias de praia correspondem as litofácies litorais.

b) Areias médias ou fina com laminação horizontal, predominantemente plano paralelo tabular. A superfície de erosão que separa os sets, são evidenciadas por níveis oxidados de ferro onde se encontram vestígios de bioturbação predominantemente verticais. As estruturas sedimentares descritas correspondem a um modelo de praia associada a barras arenosas de inter-marés com energia de onda relativamente forte, portanto indicadoras de ambiente de praia emersa (Secção Boa Vista). Os níveis oxidados corresponderão a períodos de exposição, como consequências de recuos ou avanços da linha de costa.

c) Areias médias grosseiras com raros seixos subarredondados em estratos com espessuras compreendidas entre 40 – 100 centímetros bem cimentados com fósseis marinhos quer em fragmentos ou inteiros, particularmente frequentes em bivalves. Estes corpos arenosos frequentemente tem estrutura maciça, contacto basal e erosivo, ssuavemente inclinados para o mar que poderá ser posto em relação pela pouca evidência de laminação oblíqua a baixo ângulo (Secção da Fortaleza de São Miguel). A Formação Luanda é produto de um claro ambiente de transição, no qual se encontram associadas fácies indicadoras de areias lagunares, cordões litorais e áreas costeiras protegidas. Na área da Boa Vista é clara a passagem lateral e vertical da argila lagunar a sedimentos de planície aluvionar, dado a presença de sedimentos fluviais do tipo stream flow. Em particular na Fortaleza de São Miguel é dominante fácies de praia inter-tidal (litofácies) que se intercalam a depósitos aluvionares do tipo debris flow. Tal associação de litofácies poderá representar um ambiente não protegido.

CORRELAÇÃO DAS SECÇÕES ESTRATIGRÁFICA

A correlação Litoestratigráfica e Cronoestratigráfica das secções locais, mostram a continuidade das fácies da Formação Luanda nos afloramentos litorais devendo esta continuidade para a extensão da Bacia na porção marítima, ser um assunto de discussão, devido ao Uplift, que ocorreu no (Cenozóico\Neogénico\Miocénico tardio) e o basculamento para NW (devido a carga sedimentar) e subsidência regional que ocorreu na Bacia do Kwanza no Oligocénico ao Holocénico. Tendo parte desta Formação erodida (~2 km) e os sedimentos retrabalhados e depositados no offshore. A determinação destes sedimentos tem sido um desafio na utilização desta Formação como um marcador a levantar na interpretação das secções sísmicas quando o intérprete (geólogo ou geofísico) pretende calibrar o Pliocénico.

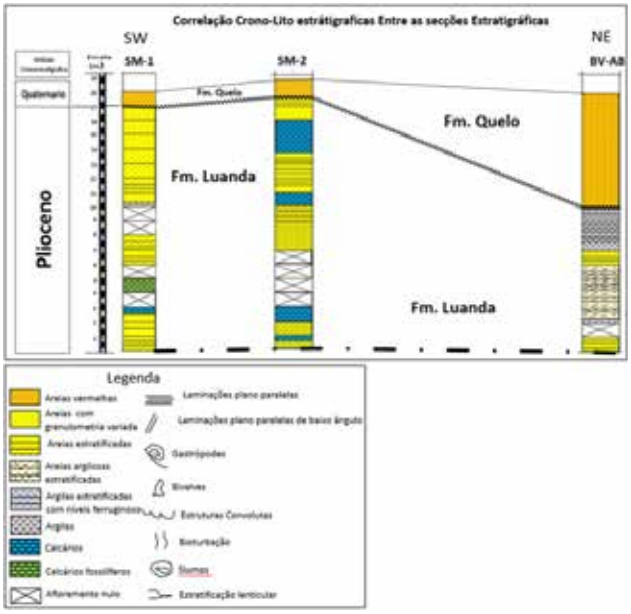

Figura 13: Correlação do plioceno lito-cronoestratigafica das secções São Miguel e Boa Vista.

DETERMINAÇÃO DO PLIOCÉNICO NA PORÇÃO OFFSHORE

A problemática da determinação do Pliocénico (5M.a) na extenção marítima da Bacia do Kwanza constitui um desafio na sua utilização como um marcador a levantar na interpretação das secções sísmicas quando o intérprete (geólogo ou geofísico) pretende calibrar as formações interceptadas pela respectiva prospecção tanto em trabalho da prospecção petrolífera quanto em levantxamentos geotécnicos com o objectivo do estudo da sedimentação rasa. A calibração com marcadores geológicos determinados através da amostragem de poço seria determinante, mas a reconstrução de secções estratigráfica nos afloramentos costeiros é de facto um bom indicador do que será os sedimentos do Pliocénico e a distinção de sedimentos mais recente. A figura n.º 14 representa a interpretação de marcadores sísmicos equivalentes aos marcadores geológicos na porção marítima da Bacia do Kwanza, adjacente aos afloramentos estudados, onde podemos observar dentre os distintos marcadores o Pliocénico equivalente a Formação Luanda.

A Caracterização geológica - geotécnica, das formações geológicas rasas (0-dezenas á centenas de metros), são estudadas no offsore para a interpretação e delimitação das diferentes litologias rasas, nos fundos marinhos e condições de subsuperfície próximo ao substrato marinho que podem trazer adversidades de impactos de instabilidade (geohazards) nos assentamentos de infraestruras ou nas operações de perfuração de poços

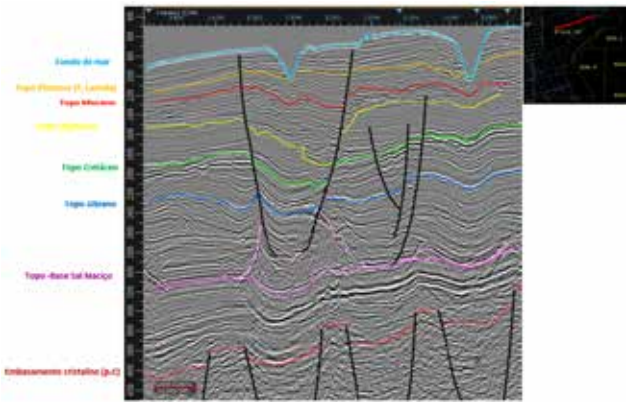

Figura 14: Secção sísmica 2D em profundidade ilustrando o marcador sísmico equivalente ao Plioceno (Formação Luanda) na porção marítima da Bacia do Kwanza adjacente aos afloramentos estudados.

acautelando os riscos de haver erupções ou blow-out devido ao shallow gas. Estes estudos são realizados usando a sísmica rasa (2D ou 3D) de alta frequência (150 - 300Hz) de alta resolução com limite de separabilidade de 1-3 metros.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Trabalhos anteriores como o da Schlumberger Wec 1991- Avaliação de Formações de Angola (pag.1-73) enquadra a Formação Luanda no Bugadigaliano constituído por depósitos com carácter euxínico (anaeróbico) prosseguem-se no Bugadigaliano com a Formação de Luanda (≥ 800m). Depósitos litorais carbonatados (Formação Cacuaco) e deltáicos argilo-arenosos (Formação Quenguela) entrelançam-se na Formação Luanda, anunciando a emersão final da Bacia do Kwanza. Maria Luisa Morais (2007), ao descrever o Neogénico na Bacia do Kwanza enquadra a Formação Luanda nas formações Miocénicas (Bom Jesus, Cacuaco e Luanda) descrevendo que a Formação Luanda é desenvolvida ao longo do litoral e em grande parte do Plateau de Luanda e é a mais difusa na região. A Formação Luanda é constituída por diferentes litologias sendo a litologia mais difusa a argilosa, que normalmente se apresenta homogénea ou mais raramente com lentes arenosas isoladas, podendo apresentar-se alternada com corpos arenosos contínuos, por intercalações de bancadas carbonáticas. Estes depósitos assentam com passagem fortemente erosional sobre a Formação Cacuaco. Já a Coluna Estratigráfica apresentado na Conferência Internacional GeoLuanda 2000 por M.L.Duarte Morais & I. Sgrosso enquadra a Formação Luanda representada no Pliocénico litologicamente composta essencialmente por argilitos.

M. Brandão: Bacias Sedimentares Angolanas 2008 páginas (8, 19, 20 e 21); refere que a subsidência Regional (do Oligocénico ao Holocénico), caracterizado essencialmente por basculamento (tilting) das bacias para Oeste ou Sudoeste, devido a sobrecarga sedimentar (overburden) da plataforma levando á deposição, nos tempos Oligo--Miocénicos, de uma espessa sequência clástica regressiva repousando discordantemente sobre antiga plataforma. Tem lugar a instalação de uma série de pistas progradantes (High stand tracks), aqui e ali intorrompidas no tempo por pequenas variações do nível do mar no Oligocénico superior, Miocénico e Pliocénico (Rel. Inédito. Total C.A.P, 1990, ob cit.). As variações eustáticas do nível do mar foram responsáveis pela ausência de depósitos, na costa angolana, de parte de série Terciário (Eocénico pro parte, Oligocénico inferior e por vezes parte do Oligocénico médio e parte do Miocénico superior e do Pliocénico) erodida ou não depositada.

M.G. Mascarenhas Neto; o sedimentar costeiro de Angola, algumas notas sobre o seu conhecimento 1964, admitia a possibilida de sedimentos do Pliocénico nas proximidades imediatas de Luanda.

Neste trabalho nas secções estratigráficas normalizadas da Fortaleza de São Miguel e da Boa Vista e com base na discrição dos autores (M.L.Duarte Morais & I. Sgrosso, 1999) notamos que a Formação Luanda enquadra-se no Pliocénico, litologicamente caracterizada por litologias variadas de argilitos, arenitos e carbonatos, sugerindo a sua continuidade para a extensão marítima da bacia. Do ponto de vista das interpretações sísmicas o Pliocénico é comumente equadrado nos pacotes sedimentar do Terciário (marcador sísmico) em algumas áreas não mesmo notáveis por resolução baixa ou não existe devido a grande erosão ou não deposição e devido ao uplift, basculamento da bacia para SW e as variações eustáticas do nível do mar no Oligocénico, Miocénico e Pliocénico. A Formação Luanda lhe é atribuída numerosas variações de fácies, convém ter-se sempre presente que a Geologia é uma disciplina dinâmica e que qualquer modelo geólogico, por muito sentido que possa fazer, é sempre passível de discussão e de revisão.

CONCLUSÕES

O levantamento das secções Estratigráficas locais e normalizadas nos afloramentos da Fortaleza de São Miguel (actual Museu das Forças Armadas) e nos afloramentos da Zona da Boa Vista permitiu a caracterização da Formação Luanda como Unidade Estratigráfica do Pliocénico e assim comprova a continuidade desta Formação pela correlação Litoestratigráfica e Cronoestratigráfica. Os sedimentos do Pliocénico podem ser cartografados sísmicamente na extensão marítima da bacia do Kwanza. O estudo do Pliocénico e em particular a caracterização da Formação Luanda é importante e destina-se a vários objectivos desde a pesquisa de recursos minerais no caso da prospecção petrolífera, estuda-se as formações rasas para a calibração dos marcadores sísmicos aos marcadores geológicos, na cartografia dos shallows hazards, nos assentamentos de infraestruturas, na distinção dos fluxos de sedimentos recentes e formações, na datação, na geotecnia e ambiente em trabalhos para a contenção das erosões de taludes, prospecção de aquíferos, implantação de aterros sanitários para descarte de residuos sólidos entre outros fins.

AGRADECIMENTOS

•Felix Quintas Estratigrafico e Sedimentológico e Geólogo de Campo; Professor Catedrático Universidade Agostinho Neto em 2003-2005 e Pinar del Rio Habana Cuba
•Os autores agradecem o DEI-Geologia , o departamento de ensino e investigação de Geologia e todas entidades os responsáveis pela edição da revista de Geociências de Angola.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Antunes, M.T. (1964); *O Neucretácico e o Cenozóico do Litoral de Angola. Junta de Investigações do Ultramar, Lisboa, 212p.*

[2] Broucke, O. (2004); *Sedimentological models of the Oligocene and Miocene Malembo Formation in offshore Angola (Lower Congo and Kwanza basin west Africa.*

[3] Brandão, M. (2003); *Bacias Sedimentares Angolanas;-Curso de Geologia do Petróleo.*

[4] Brice, S.E., Cochran, M.D., Pardo. C., Edwards, A.D.,(1982); *Tectonics and sedimentation of South Atlantic rift sequence: Cabinda, Angola. In: Watkins, J.S., Drake, C.L. (Eds.), Studies in Continental Margin Geology. American Association of Petroleum Geologists Memoir, pp. 5–18*

[5] Cauxeiro, C. C., Durand, J. & Lopeza, M. (2014); *Stratigraphic architecture and forcing processes of the late Neogene Miradouro da Lua sedimentary prism, Cuanza Basin, Angola.*

[6] Castellano M.C.,Duarte-Morais, M.L., Putignano M.L. & Sgrosso, I.(2000); *High-density turbidite facies in the Miocenic deposits cropping out around Cabo Ledo (Kwanza Basin – Angola), paper presented at Geoluanda 2000 International Conference, Angolan Assoc. of Geol., Luanda, Angola*

[7] Comissão Estratigrafica Para as Bacias Sedimentares Angolanas (1991); *Actas das Reuniões da 1ª Comissão.*

[8] •Cramez, C. & Jackson, M.P.A. (2000); *Superposed deformations traddling the continental-oceanic transition in deep-water Angola. Marine Petrol. Geol. 17 (1095–1109), 91.*

[9] Duarte Morais M.L., Putignano M.L. & Sgrosso I. GeoLuanda (2000); *Kwanza basin stratigraphic, Guide book post-Congress Luanda –Benguela-Dombe Grande.*

[10] Duval, B., Cramez, C., Jackson & M.P.A. Jackson (1991); *Rafts Tectonics in the Kwanza Basin, Angola ; Marine and Petroleum Geology. Bureu of Economic Geology of the Texas University, Austin*

[11] Gabriel L.M., (2006); *Mapa Hidrogeológico de Luanda y arredores. Tese de Doutoramento. Departamento de Geologia – Universidade de Alcalá, Espanha.*

[12] Guiraud, R., Buta-Neto, A & Quesne,D.(2010); *Marine and Petroleum Geology – Segmentation and Differential Post-Rift Uplift at yhe Angolan Margin as Recorded by the Transform-Rifted Benguela and Oblique-to-Orthogonal-Rifted Kwanza Basins. Journal homepage: www.elsevier.com|located|marpetgeo.*

[13] Guiraud, R. & Maurin, J.C. (1992); *Early Cretaceous rifts of western and central Africa: an overview. Tectonophysics 213, 153–168*

[14] George P.B. & Georges R. V. (1966); *Oil and Geology in Cuanza Basin of Angola.AAPGbuletin ; Brussels, Belgium.*

[15] Hudec, M. R. & Jackson, M. P. A (2002); *Structural segmentation, inversion, and salt tectonics on a passive margin: evolution of the Inner Kwanza Basin.*

[16] Karner, G.D. & Driscoll N.W. (1998) *Petroleum Geoscience of the west Africa – Salt tectonics and sedimentation in the Kwanza basin Angola (a), Rheology of deformation of the lithosphere at the continental margins (b), Tectonic setting of the Marnes-Noires/ Falcâo source rocks of the Congo and Angolan continental margins [abs.]. Am. Assoc. Petrol. Geol. Bull. 82, 1928 (c).*

[17] Morais, M. L. (2007); *Bacias Angolanas, Curso de Geociências do Petróleo, Universidade Agostinho Neto.*

[18] Mascarenhas, N.M.G. (1964);*O Sedimentar Costeiro de Angola, Algumas Notas Sobre o seu Conhecimento.*

[19] Schlumberger WEC (1991); *Avaliação de Formações de Angola. Well Evaluation Conference.*

[20] Teisserenc P. & Villemin J., 1989. *Sedimentary basins of Gabon—geology and oil systems. In: Edwards, J.D., Santogrossi, P.A., (Eds.), Divergent/passive margin basins: American Association of Petroleum Geologists Memoir 48, pp. 117–199.*

Foto: DR