

# Litoestratigrafia e modelo sedimentar da bacia do Kwanza (NW de Angola)

## Lithostratigraphy and sedimentary model of Kwanza basin (NW of Angola)

Hortênsio Bondo<sup>1</sup>, Ary Pinto de Jesus<sup>1</sup>, Cristina Rodrigues<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade do Porto, Faculdade de Ciências, Rua do Campo Alegre, (4169-007, Porto, Portugal, email: hortbondo@gmail.com, adelmar@fc.up.pt).

<sup>2</sup>Faculdade de Ciências da Universidade Agostinho Neto, Avenida 4 de Fevereiro, n.º 71, Número de contribuinte 7101005232, Luanda, Angola, email: cfrodrig@gmail.com.

### CITAR COMO:

Bondo, H., A. P. D. Jesus y C. Rodrigues. Litoestratigrafia e Modelo Sedimentar da Bacia do Cuanza (NW de Angola). Revista Angolana de Geociências, 2020, 1(1), p. 89-98.

### INFORMAÇÃO ADICIONAL:

**Recebido:** 19/5/2020

**Aceite:** 12/6/2020

**\*Autor correspondente:**

Hortênsio Bondo (e-mail: hortbondo@gmail.com)

**Licença:** CC BY-NC

**Copyright:** Centro de Investigação em Ciências Geológicas Aplicadas

**Conflitos de interesses:**

Os autores declaram que não há conflitos de interesses

**Resumo:** No presente trabalho apresenta um modelo sedimentar genético e evolutivo para a bacia interior do Cuanza (Cretácico Inferior-Plistocénico) localizada no NW de Angola. Os trabalhos de campo incidiram sobre afloramentos na área de Cabo Ledo. Dos estudos efectuados concluiu-se que as Formações presentes são: Tuenza Dolomítico, Quissonde, Cabo Ledo, Itombe, Teba, Quifangondo, Luanda e Cacucaco. A correlação sedimentológica/estratigráfica dos afloramentos, poços e sondagens existentes na área, permitiu reconhecer a arquitectura litoestratigráfica bem como proceder à construção de colunas litoestratigráficas reconstituídas (padrão). Os estudos efectuados permitiram concluir que a região apresenta uma evolução sedimentar marcada por transgressão marinha desde o Aptiano até ao Maastrichtiano. Assim, sobre as litologias de fácies continental da Formação do Cuvo (Barremiano), a transgressão marinha surge marcada por ambientes de playa na base passando a ambientes lagunares e progradando até litofácies de mar aberto de baixa profundidade (plataforma mista) para topo. Foi registado a lacuna generalizada do Paleocénico provavelmente relacionada com regressão forçada. Durante o Eocénico e o Oligocénico até ao Pliocénico houve retoma transgressiva com controlo eustático variável provocando a alternância entre ambientes litorais e de plataforma. Para topo o momento é claramente regressivo terminando no Plistocénico com sedimentação continental detrítica sub-aérea.

**Palavras-chave:** Bacia do Cuanza, Cabo Ledo, litoestratigrafia, correlação estratigráfica, sistema deposicional.

**Abstract:** In this work we present a genetic and evolutionary sedimentary model for the inner basin of Cuanza (Lower Cretaceous-Pliocene) located in the NW of Angola. Fieldwork was carried out on outcrops in Cabo Ledo area. From the studies we concluded that in this region the present formations are: Tuenza Dolomítico, Quissonde, Cabo Ledo, Itombe, Teba, Quifangondo and Luanda Cacucaco. The sedimentological/stratigraphical correlation of outcrops, wells and boreholes in the area, made possible to recognize the lithostratigraphic architecture as well as the construction of reconstituted lithostratigraphic columns for onshore and offshore. The studies also allowed to conclude that the studied region presents a sedimentary evolution marked by marine transgression from Aptian to Maastrichtian. Thus, on the continental facies lithologies of the Cuvo Formation (Barremian), the marine transgression appears marked by playa environments at the bottom, passing to the top to lagoon environments and prograding to open sea lithofacies of mixed platform. It was noted the Paleocene gap probably related to forced regression. During Eocene-Oligocene till the Pliocene there is a transgressive recovery with variable eustatic control, causing the alternation of coastal and platform marine environments. Upwards a regressive episode is very clear, the Pliocene ending in sub-aerial detritic continental sedimentation.

**Keywords:** Cuanza Basin, Cabo Ledo, lithostratigraphy, stratigraphic correlation, depositional system.

## INTRODUÇÃO

O principal objectivo deste trabalho foi o de rever a litoestratigrafia e propor um modelo geológico-estrutural para a bacia do Cuanza. Com esse objectivo, discutiram-se e foram integrados os resultados obtidos a partir da amostragem que se efectuou, em afloramentos reconhecidos no terreno, e, também, os obtidos pela análise do registo sedimentológico de colunas estratigráficas de poços e sondagens. Neste contexto, traçaram-se os seguintes objectivos específicos:

- a) Efectuar a cartografia geológica na área de Cabo Ledo;
- b) Estudar petrográfica e petrologicamente a amostragem;
- c) Construir colunas de sondagens e as respectivas secções;
- d) Proceder as correlações litoestratigráficas;
- e) Interpretar, em termos de evolução sedimentar, os ambientes deposicionais em que se formaram as fácies litológicas da Bacia do Cuanza.

Os trabalhos de campo foram realizados com o objectivo de atribuir e validar as Formações presentes na área de estudo (Figura 1) tendo como base a Carta Geológica da Bacia do Cuanza (Total & Sonangol, 1972). Assim, o mesmo baseou-se no reconhecimento e estudo de dados de campo a partir da análise e interpretação de alguns afloramentos situados ao longo da margem costeira da zona de Cabo Ledo e outros mais para o interior da bacia. A área em estudo localiza-se em Angola, em Luanda, no município da Quissama, mais concretamente ao longo da margem costeira da comuna de Cabo Ledo, embora também tenham sido efectuados levantamentos geológicos em alguns afloramentos localizados no interior da zona em estudo.

## ENQUADRAMENTO GEOLÓGICO REGIONAL

De acordo com Tavares (2000), os enchimentos sedimentares no litoral de Angola estão subdivididos em cinco (5) sectores, os quais se resumem a três bacias costeiras, nomeadamente a bacia do Congo à Norte, ao Centro da bacia do Cuanza e da bacia de Benguela e, à Sul, a Bacia do Namibe, as quais se encontram delimitadas a Leste pelo soco cristalino e, à Oeste, pelo oceano Atlântico, tal como representado na Figura 2.

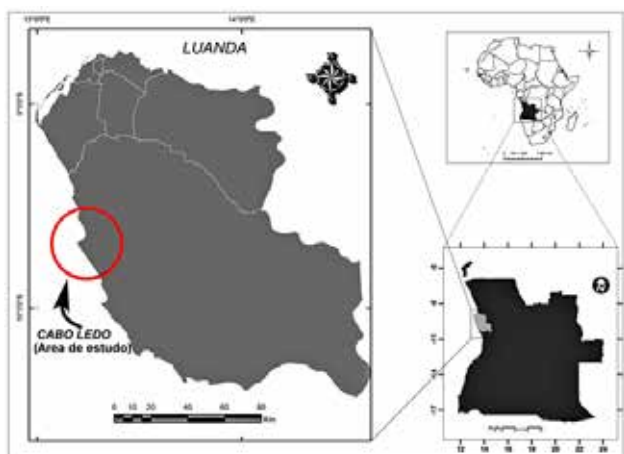


Figura 1: Localização da área de estudo (Diva Gis, 2013).

A Região de Cabo Ledo situa-se dentro dos limites geográficos da bacia do Cuanza, estando as Formações da área de estudo (Cabo Ledo), inseridas nas Formações da Bacia do Cuanza. Esta, por sua vez, está relacionada com um fenómeno de importância global, a evolução da margem continental angolana, controlada pela abertura do Oceano Atlântico. Neste contexto, torna-se relevante apresentar uma breve síntese da evolução da margem angolana, a fim de melhor compreender e enquadrar, no espaço e no tempo, os processos geológicos-estruturais que aí ocorreram. Com base nos conceitos da tectónica de placas e da migração das placas continentais, e de acordo com o estilo estrutural e características litológicas presentes, vários autores (e.g. Baptista (1991), Brice et al. (1982), definiram diferentes eventos para as bacias sedimentares costeiras e da plataforma continental que reflectem as diversas fases de evolução das bacias que compõem a margem angolana.

## Estratigrafia da Bacia do Cuanza

Depositadas em descontinuidade sobre o soco cristalino, as Formações da Bacia do Cuanza são constituídas por sedimentos do Cretácico Inferior ao Quaternário. Pese embora a estratigrafia definida pela GeoLuanda 2000, aqui apresentada na Figura 3, e tendo a mesma como base, os trabalhos registaram ligeiras diferenças. Assim, da base para o topo:

### 1 - Formação Cuvo: Onde pode-se distinguir:

**A) Cuvo Inferior ou vermelho:** (Neocomiano a Barremiano) formado por conglomerados, que apresentam fragmentos de rochas gnáissicas e outras metamórficas do soco cristalino, bem como arenitos de cor avermelhada, resultante de deposição sub-aérea, provavelmente pela edificação de leques aluviais.

**B) Cuvo Superior ou cinzento:** (ante-Apciano, provavelmente Barremiano) constituído por arenitos (grosseiros ou finos) com intercalações de calcários coníferos normalmente ricos em ostracodos, depositados em ambiente lagunar com uma evolução para fácies marinhas. Tem potencial enquanto rocha reservatório do pré-sal;

### 2 - Formação Sal Maciço: (Aptiano) constituída por dolomito, anidrite dolomítica, e anidrite ou Halite. Pelas lito-

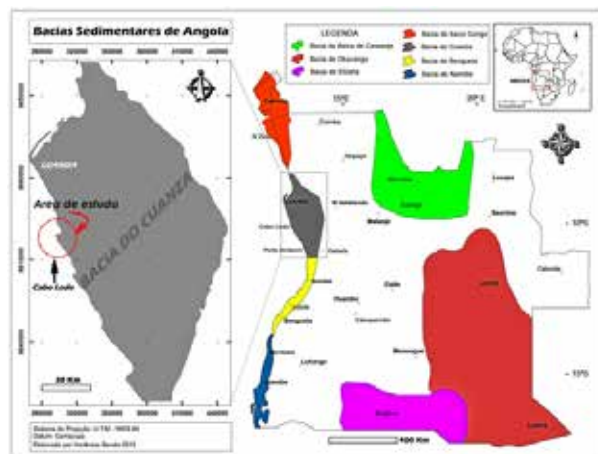


Figura 2: Bacias sedimentares de Angola, com destaque da bacia do Cuanza (WEC 1991).

fácies, esta sequência foi depositada num ambiente litoral marcado por sedimentação lagunar;

**3 - Formação Binga:** (Apciano-Albiano) formada por calcários oolíticos e bioclastos, calcários sublitográficos com dolomite microcristalina e anidrite, depositada num ambiente marinho na plataforma continental com oscilações eustáticas migrando entre a sedimentação lagunar e a de mar aberto;

**4 - Formação Tuenza:** (Albiano) representada por dolomitos com ocorrência de anidrite por vezes com intercalações de outros evaporitos. Esta formação depositada num ambiente lagunar de com lâmina de água pouco profunda;

**5 - Formação Catumbela:** (Albiano Superior) composta por calcarenitos e calcários de fácies marinha com algas e corais, bioclastos, pisólitos, fragmentos arredondados de calcarenitos conquíferos, depositada num ambiente marinho pouco profundo em zona de plataforma;

**6 - Formação Quissonde:** (Albiano a Cenomaniano) Depositada num ambiente de plataforma mista com pequenas oscilações eustáticas gerando, ocasionalmente, zonas lagunares, é constituída por calcários margosos com fragmentos de conchas;

**7 - Formação Cabo Ledo:** (Cenomaniano) Caracteriza-se pela predominância das margas sobre os calcários conquíferos. Depositada num ambiente marinho de plataforma mista pouco profunda;

**8 - Formação Itombe:** (Turoniano) constituída por margas calcárias com amonites e intercalações arenosas. Esta formação foi depositada num ambiente de mar aberto pouco profundo;

**9 - Formação N'golome:** (Turoniano-Campaniano) é constituída por margas pelágicas caracterizada pelo seu conteúdo com microfósseis de Globotruncana, sugerindo um ambiente sedimentar de plataforma;

**10 - Formação Teba:** (Maastrichtiano) é constituída por margas com calcários lumachélicos e restos de Inoceramus com níveis fosfatados. Depositou-se num ambiente de plataforma mista com lâmina de água profunda;

**11 - Formação Cunha-Gratidão:** (Eocénico) constituída por margas gresosas com lenticulas e concreções calcárias, bem como por calcários silicificados. Pese embora a predominância da sedimentação marinha, o aumento da sedimentação detrítica sugere uma lâmina de água pouco profunda. Os calcários silicificados poderão representar a alteração das formações cársicas subjacentes, isto é, o não se ter reconhecido terrenos do Paleocénico, leva a admitir que o mesmo pode corresponder a uma lacuna estratigráfica generalizada;

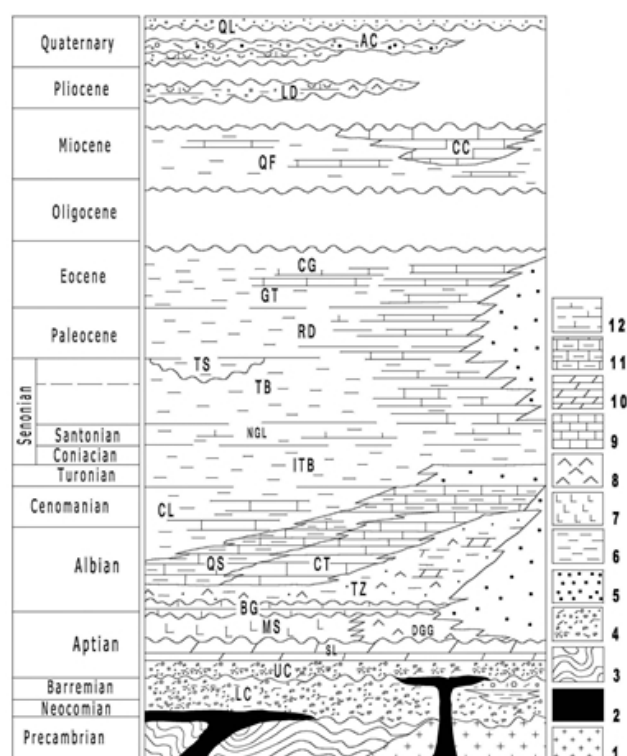
**12 - Formação Quifangondo:** (Oligocénico-Miocénico) representada por argilas com intercalações siltosas, cal-

cários gresosos lumachélicos; e ricas em foraminíferos, depositada em ambientes de plataforma mista;

**13 - Formação Cacucaco:** (Oligocénico) constituída por calcários com algas, equinodermes e bivalves, com calcarenitos; depositados num ambiente litoral a circo litoral;

**14 - Formação Luanda:** (Pliocénico) composta por margas castanhas com foraminíferos, areias litorais e grés com conchas, depositada num ambiente litoral;

**15 - Formação Areias Cinzentas:** (Plistocénico) São sedimentos constituídos por areias com espessura heterométrica, com textura matriz-suportada marcada por abundante matriz silto-arenosa, no seio da qual se encontram imensos seixos subarredondados de dimensão centimétrica. Este conjunto litológico, apresenta uma posição estratigráfica e características litológicas bem definidas e uma extensão superficial significativa, foi designada por Formação Areias Cinzentas.



**Figura 3:** Estratigrafia da bacia do Cuanza: 1) Rochas intrusivas, granito - 2) rochas efusivas, basalto - 3) rochas metamórficas - 4) conglomerados - 5) areias - 6) shales - 7) evaporitos - 8) gesso - 9) carbonatos - 10) carbonatos e dolomites silicificados - 11) Calcilitutos - 12) marls. LC Formação Cuvo Inferior - UC Formação Cuvo Superior - SL Formação Chela - MS Formação sal maciço - DGG Formação Dombe Grande - TZ Formação Tuenza - CT Formação Catumbela - QS Formação Quissonde - CL Formação Cabo Ledo - ITB Formação Itombe - NGL Formação N' Golome - TB Formação Teba - TS Tchipupa Shales - RD Formação Rio Dande - GT Formação Gratidão - CG Formação Cunha - QF Formação Quifangondo - CC Formação Cacucaco - LD Formação Luanda - AC Formação Areia Cinzentas - QL Formação Quelo (GeoLuanda, 2000).



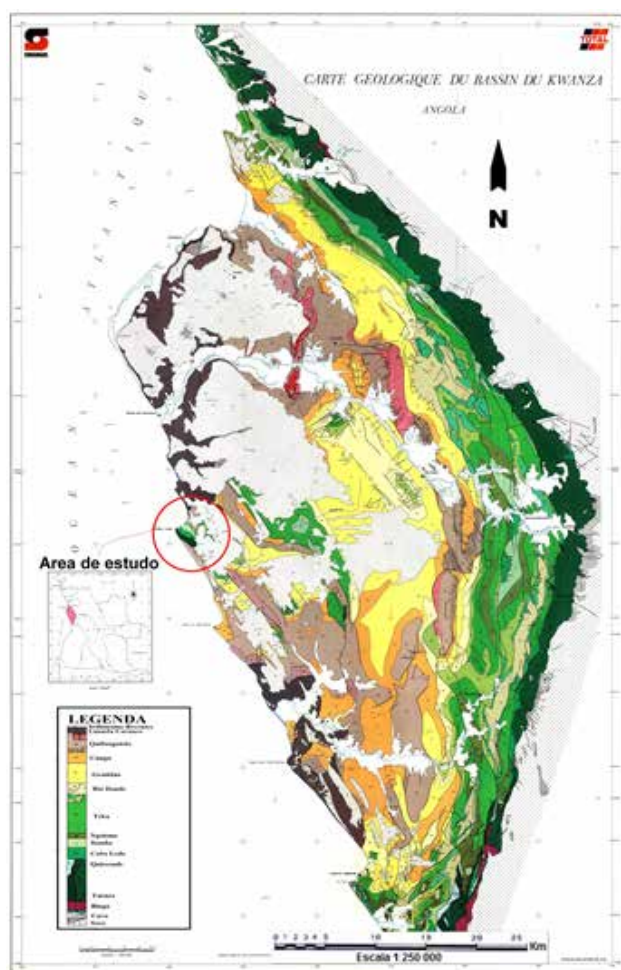
Pela presença de fragmentos de quartzo e de calhaus de outras litologias trabalhados pelo homem, tal formação poderá ser considerada como de idade Plistocénica (Andrade et al., 1998).

**16 - Formação Quelo:** (Plio-Plistocénico) constituída por areias ferruginosas e grés de cor vermelha. Depositou-se num ambiente continental oxidante.

### Enquadramento Geológico Local

Segundo a carta geológica da bacia do Cuanza (Total e Sonangol/1968 – 1972) a área de estudo, caracteriza-se pelas seguintes Formações da base ao topo (Figura 4):

- **Formação Tuenza:** Dolomites, anidrites, halites e argilas (Albiano).
- **Formação Cabo Ledo:** Margas com intercalações de dolomites (Cenomaniano).
- **Formação Itombe:** Margas, calcários fossilíferos, grés à cimento calcário (Turoniano – Coniaciano).
- **Formação Teba:** Calcários fossilíferos, margas, calcários (Campaniano).
- **Formação Quifangondo:** Margas e argila com nódulos (Oligocénico).
- **Formação Luanda - Cacucaco:** Margas, argilas, calcário e grés (Miocénico – Pliocénico).
- **Formação Quelo:** Areias vermelhas (Quaternário).



**Figura 4:** Carta geológica da bacia do Cuanza (Total e Sonangol/1968 – 1972).

## MATERIAIS E MÉTODOS

A preparação do trabalho de campo envolveu a análise dos mapas geológicos e do mapa topográfico à escala de 1:100000 (IGCA, 1981). Foram ainda realizadas interpretações de imagens aéreas através do Google Earth, obtendo informações de alinhamentos estruturais, unidades geológicas e respectivas geometrias.

Foi utilizado também a informação geológica resultante dos poços e das sondagens realizadas na bacia interior do Cuanza pela FINA PETRÓLEOS de Angola para fins de prospecção e exploração de hidrocarbonetos, pese embora algumas terem sido realizadas com o objectivo de exploração de águas subterrâneas.

## TRABALHOS DE CAMPO

Os trabalhos de campo basearam-se na observação *in situ* dos principais afloramentos existentes na área de estudo tendo em conta as principais fácies litoestratigráficas, estruturais, suas geometrias assim como se procedeu à colheita de amostras georreferenciadas. Tendo em conta as litofácies do ponto de vista geológico, os afloramentos serão detalhadamente localizados por projecção em imagens do Google Earth. Alguns dos afloramentos alvo de estudo localizam-se ao longo da zona de praia na área de Cabo Ledo, outros na parte interior da referida zona, e outros ao longo da estrada nacional nº 100 entre Luanda e o Sumbe.

Porém, foi efectuada amostragem em 23 afloramentos sobre a qual incidiram estudos e análise petrológica e sedimentológica, tendo os resultados obtidos sido correlacionados com as informações geológicas presentes na carta geológica da Bacia do Cuanza (Total, Sonangol, 1972).



**Figura 5:** Mapa de amostragem dos afloramentos da zona de estudo (base Google Earth, 2014).

### Descrição dos Afloramentos

A descrição dos afloramentos foi feita com base nas características litoestratigráficas e estruturais identificadas *in situ*, e posterior correlação com as formações presentes na carta geológica da Bacia do Cuanza (Total e Sonangol, 1972).

### Afloramento HB4

Afloramento com orientação NE-SW, é constituído por duas

unidades litoestratigráficas, nomeadamente areias vermelhas com uma espessura de 2m e conglomerados de base. O mesmo encontra-se ao longo de um vale. Pelas características das litofácies, é atribuído à Formação Quelo (Plistocénico).



**Figura 6:** Afloramento HB4; Quaternário.

#### Afloramento HB7

Afloramento com orientação NW-SE e com espessura aproximada de 15m, sendo constituído por duas unidades litológicas, de diferentes colorações, nomeadamente, argilitos de cor cinza (a) e calcários fortemente bioturbados (b) cujo contacto é marcado por uma provável falha lítrica, no topo identificaram-se lâminas de gesso. A atitude dos estratos é de N72°;20°SE. Pelo conjunto das litofácies, consideramos como pertencente à Formação Teba (Campaniano).



**Figura 7:** Afloramento HB7; Campaniano. a) argilitos, b) calcários. F-falha normal(14).

#### Afloramento HB25

Afloramento com orientação NE-SW, localiza-se ao longo da estrada nacional número 100 que liga a cidade de Luanda à cidade do Sumbe, o mesmo é constituído por duas unidades litoestratigráficas nomeadamente calcários alternantes com siltes argilosos atribuídos à formação Cabo Ledo (Cenomaniano) (a) cuja estratificação é N120°;81°SW e calcários com alternância de margas atribuídos à Formação Quissonde (Albiano) (b) cuja estratificação é N100°;50°W, separadas por uma possível falha cuja atitude é N140°;70°NE. Tendo em conta que as camadas deslizam sobre a falha ou pela superfície da falha, possivelmente trata-se de um rollover.



**Figura 8:** Afloramento HB25 a) Formação Cabo Ledo b) Formação Quissonde

#### Afloramento HB3

Afloramento de orientação NW-SE localizado na Ponta Feixe, de espessura aproximada de 10m é constituído por três unidades litoestratigráficas, nomeadamente arenito conglomerático com níveis ferruginosos e caulinição, intercalados por areia com microconglomerados (A), argila siltosa a arenosa (B), bancadas de calcário com atitude N151°;22°SW com alternâncias de margas (C). O pacote B está separado do C por uma discordância angular. De acordo com as litofácies, este conjunto é atribuído à Formação Teba (Campaniano).



**Figura 9:** Afloramento HB3

#### Afloramento HB16

Afloramento com orientação W-E e espessura aproximada de 17m apresenta uma estratificação maciça, e é constituído por uma única unidade litológica, nomeadamente, calcário fortemente dolomitizado e brechificado pertencente as fácies da Formação Tuenza dolomítico (Albiano).



**Figura 10:** Afloramento HB16. (A) Detalhe da base do afloramento (forte bioturbação).

#### Afloramento HB15

Afloramento de orientação SE-NW e espessura aproximada de 14m é constituído por duas unidades litoestratigráficas nomeadamente margas brancas e bancadas de calcário bioturbado com atitude N60°; 20°NW, o mesmo apresenta laminações de gesso. Pelas características das litofácies é atribuído à Formação Quifangondo (Oligocénico).





**Figura 11:** Afloramento HB15

#### Afloramento HB19

Afloramento com uma espessura aproximada de 11m é constituído por duas unidades litoestratigráficas, nomeadamente, alternância de margas argilosas e calcários cuja atitude é N140°; 10° NE. Pelas características das litofácies, é atribuído à Formação Itombe (Turoniano-Coniaciano).



**Figura 12:** Afloramento HB15. (A) Detalhe do afloramento.

#### Afloramento HB12

Afloramento de orientação N-S e espessura aproximada de 15m localiza-se na pedreira de Cabo Ledo, é constituído por duas unidades litológicas: a) calcário maciço; b) calcário com intercalações de argilas e laminações de gesso. Este conjunto de fácies pertence ao Albiano Inferior, onde o calcário maciço (a) é atribuído à Formação Tuenza, e o calcário com intercalação de argila atribuído à Formação Quissonde (A).

O contacto entre as duas unidades é marcado por uma falha cuja atitude é N92°; 46°SW. De acordo com a geometria do afloramento, poderá tratar-se de um rollover.



**Figura 13:** Afloramento HB12. (A) Detalhe da base do afloramento.

#### Afloramento HB 26

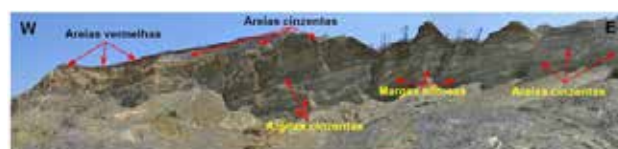
Afloramento de orientação SW-NE localiza-se por trás do Morro dos Petróleos é constituído por duas unidades litoestratigráficas, nomeadamente, calcários alternantes com margas, cuja atitude é N72°; 20°NE. O mesmo apresenta veios de quartzo sem uma orientação preferencial; o conjunto é atribuído à Formação Cabo Ledo (Cenomaniano).



**Figura 14:** Afloramento HB26 evidenciando uma falha normal.

#### Afloramento HB2

Afloramento com orientação W-E é constituído por três unidades litológicas nomeadamente argilas cinzentas com intercalações de gesso, margas silteosas, e areias vermelhas no topo. A estratificação que se pode ver tem atitude N20°; 20°SE. Pelas litofácies, é atribuído à Formação Luan-da-Cacuaco (Miocénico-Pliocénico).



**Figura 15:** Afloramento HB 2

#### Mapa de amostragem

Para efeitos de correlação, foi utilizado também a informação proveniente de poços distribuídos ao longo da Bacia do Cuanza, dos quais 5 do offshore e 7 do onshore. A distribuição espacial, obtida pela construção de perfis estratigráficos por correlação das secções estratigráficas permitiu reconhecer a arquitectura das principais unidades litoestratigráficas existentes na bacia. Ainda com base na análise da informação resultante efectuou-se a construção de duas colunas litoestratigráficas reconstituídas (padrão), uma para a bacia interior (onshore) e outra para a bacia exterior (offshore). Observa a figura 16.

#### Dados de Poços e de Sondagens

Houve grandes dificuldades em obter dados sísmicos e dos poços, tendo sido possível ter acesso a dados de 12 poços, dos quais 5 se localizam na bacia exterior do Cuanza (offshore), e os restantes 7 se localizam na bacia interior do Cuanza (onshore). Brognon e Verrier (1966) numa abordagem geral sobre a Bacia do Cuanza, afirmam que a sedimentação é controlada pela tectónica, e que estudos efectuados na referida bacia indicam a pre-



**Figura 16:** Mapa de amostragem dos poços na bacia do Cuanza (DivaGis, 2014).

sença de domos anticlinais e falhas relacionadas com o movimento e deformação do sal maciço. Estes autores fazem ainda referência à Formação Tuenza, afirmando que a mesma está dividida em três membros, nomeadamente, a) Tuenza salífero b) Tuenza anidritico c) Tuenza dolomítico. Wohlhuter e Carnet, (1986) através do relatório final da sondagem Tuenza 1, cujo objetivo foi o de reconhecer estratigraficamente o compartimento “Este” da estrutura do Tuenza, descrevem litologicamente o registo sedimentológico do poço, afirmando que há algumas estruturas na Bacia do Cuanza marcados por acidentes salíferos, tomando como referência o diapiro do Tuenza e Pichi.

As rochas do Sin-Rifte da bacia interior do Cuanza estão separadas pela Formação Cuvo Inferior e Infra Cuvo Maculungo, (Brognon e Verrier, 1966; Burwood, 1999). Estes autores afirmam ainda que o Infra Cuvo e Maculungo de idade Neocomaniana são de origem lacustre, e consistem em lutitos quase puros, lutitos orgânicos e evaporitos. A Formação Cuvo Inferior do Barremiano consiste em conglomerados, areias vermelhas, argilas com intercalação de cinzas vulcânicas (Brognon e Verrier, 1966).

As rochas do Pos-Rifte da bacia interior do Cuanza cobrem a maior parte das Formações da referida bacia, ou seja, estão separadas desde o Albiano Inferior ao

Burdigaliano. Com base nestas informações, fez-se uma abordagem geológica da área de Cabo Ledo correlacionando as informações dos diferentes poços, a fim de os enquadrar no contexto geológico-estrutural.

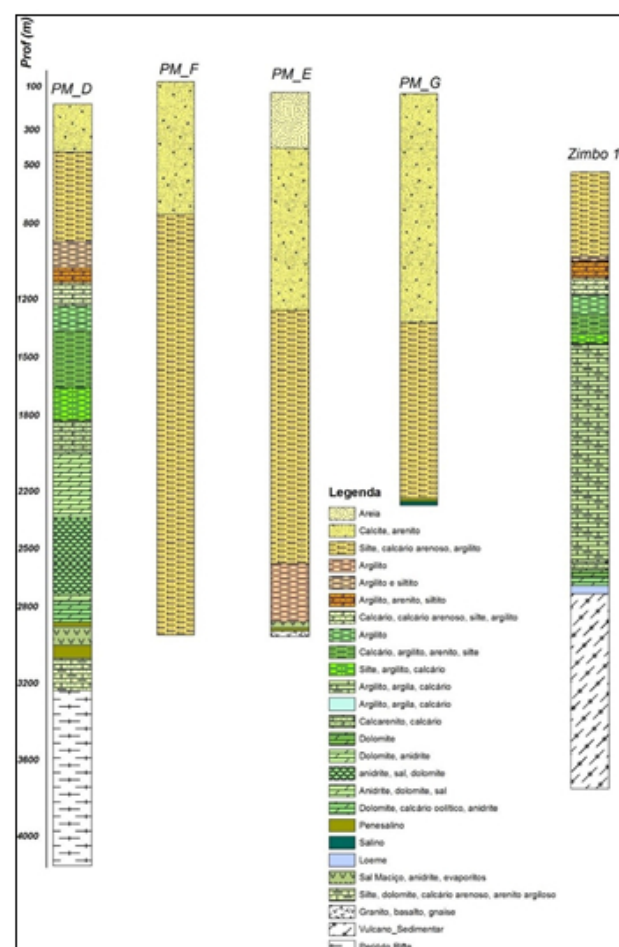
### Representação dos Poços

Os poços estão distribuídos na região NW e SW da Bacia do Cuanza, entre os quais 7 poços estão localizados na bacia interior do Cuanza nomeadamente Cabo Ledo 1, Cacimbas 1, Kula 1, Tuenza 1, Pitchi 2, Mongaichi 1, e Galinda. Os restantes 5 poços estão localizados na bacia exterior do Cuanza nomeadamente PM D, PM F, PM E, PM G e Zimbo 1.

Os perfis de poço foram elaborados a partir de relatórios de sondagens tendo como base de apoio a coluna litoestratigráfica geral modificada por Brognon e Verrier (1966) e por Burwood (1999). Deste modo, dos 12 poços que constituíram o banco de dados dos trabalhos realizados, o poço Zimbo 1 foi seleccionado como poço de referência relativamente elaboração do registo estratigráfico para posterior análise da correlação estratigráfica.

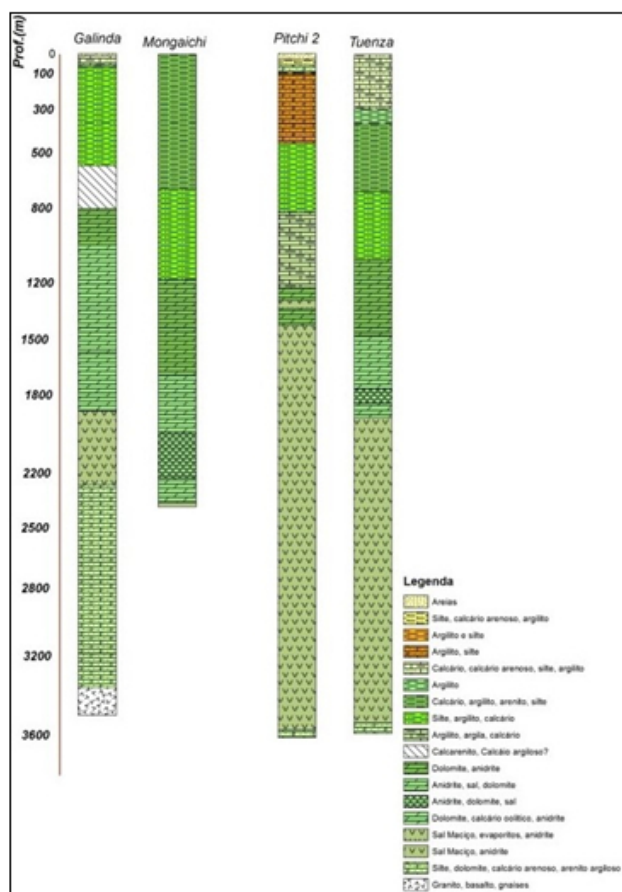
### Perfis Sedimentológicos dos Poços

De um modo geral as colunas estratigráficas das figuras que se seguem indicam as litologias atravessadas pelos poços, os quais vão desde rochas do soco granítico e gnáissico, até rochas carbonatadas e siliciclásticas.



**Figura 17:** Perfis sedimentológicos dos poços offshore.





**Figura 18:** Perfis sedimentológicos dos poços Galinda, Mongaichi, Pitchi 2 e Tuenza.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os trabalhos de campo basearam-se na observação in situ dos principais afloramentos existentes na área de estudo tendo em conta as principais fácies litoestratigráficas, estruturais, suas geometrias assim como se procedeu à colheita de amostras georreferenciadas. Assim, foram observados e analisados 23 afloramentos, dos quais 10 são apresentados neste trabalho.

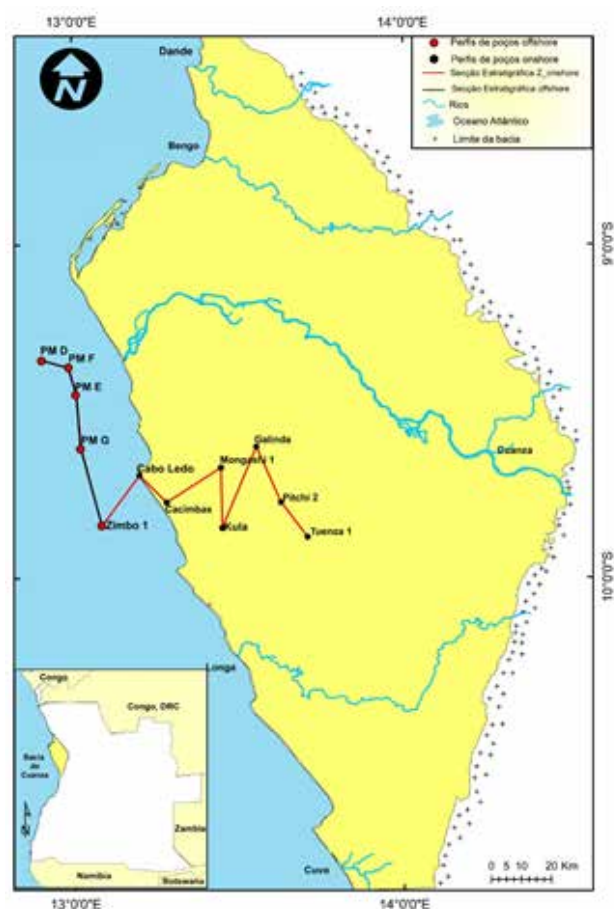
A caracterização dos ambientes sedimentares e respectivas fácies foram feitas, para além dos resultados de trabalho de campo, também tendo em conta critérios litológicos, sedimentológicos e mineralógicos. A migração dos ambientes sedimentares cujas litofácies e litoestratigrafia constam deste trabalho indica passagem de ambientes evaporíticos de sabkha a ambientes litorais geralmente de baixa energia hidrodinâmica (lagunas sensu latum) em que ocorreu a precipitação de dolomite e anidrite. A passagem lateral de litofácies e dos respectivos ambientes sedimentares indicam o forte aumento da componente detrítica, sugerindo uma relação com movimento regressivo, formando um ambiente marinho de baixa profundidade (plataforma mista) no qual vão predominar siltitos, lutitos e alguns calcários no topo, os quais aparecem interestratificados. A sequência da parte superior sugere o acentuar do referido movimento

regressivo em que as litofácies são caracterizadas, para além da componente detrítica pela ocorrência de gesso (lago efêmero tipo playa?).

### Perfis Estratigráficos

Para análise da arquitectura estratigráfica da Bacia do Cuanza foram elaborados, ao longo dos 12 poços distribuídos na Bacia do Cuanza (interior e exterior), 3 perfis estratigráficos, nomeadamente, offshore, Z-onshore (Figura 19) e Z-G (Figura 20), onde G se refere ao perfil do poço Galinda.

O perfil estratigráfico Z- onshore compreende as colunas do poço Zimbo 1 e das restantes colunas dos poços distribuídos no onshore.



**Figura 19:** Representação das secções estratigráficas offshore e Z-onshore.

De realçar que os perfis estratigráficos Z-G offshore e Z-onshore partilham o registo sedimentológico e estratigráfico obtido no poço Zimbo 1. A secção estratigráfica offshore, tal como o nome indica, compreende todos os perfis de poço localizados na bacia exterior do Cuanza (offshore). A secção estratigráfica Z-G compreende os perfis de poços Zimbo 1, Cacimbas 1, Mongaichi 1, e Galinda. Todavia, estas secções estratigráficas foram elaboradas no sentido de se estabelecer uma correlação litoestratigráfica mais ampla entre os respectivos perfis de poços.



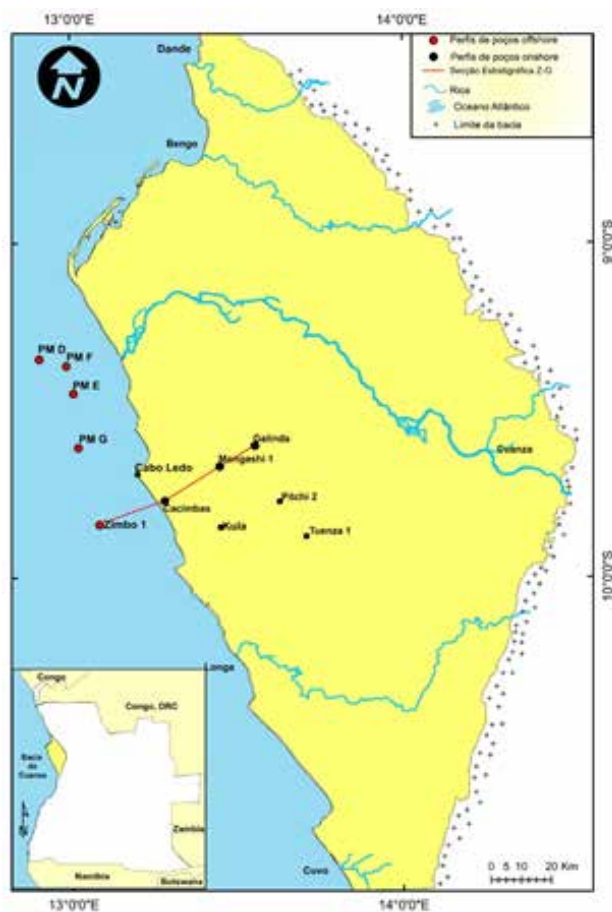


Figura 20: Representação das secções estratigráficas Z-G.

### Correlação Litoestratigráfica

A correlação litoestratigráfica consistiu na identificação, delimitação e interpretação de cada unidade litoestratigráfica de modo a se obter a correspondência entre o registo estratigráfico dos diferentes perfis de poço. Uma vez estabelecidas as secções estratigráficas de diferentes áreas e a respetiva equivalência dos estratos, pretende-se construir um quadro da arquitetura da Bacia do Cuanza com a finalidade de se compreender o comportamento da sequência estratigráfica regional.

Assim, efectuaram-se correlações litoestratigráficas entre os 12 perfis de poços a partir das secções estratigráficas referenciadas anteriormente. A correlação litoestratigráfica efectuada (Figura 21) indica que a unidade litoestratigráfica Cabo Ledo é a que apresenta maior equivalência lateral ao longo da referida secção. Todavia, de um modo geral e com base na geometria dos estratos, ou a partir da geometria do tecto e do muro, a secção completa apresenta estratos lenticulares e estratos em forma de cunha, visto que são limitados por superfícies planas não paralelas entre si, e que terminam lateralmente por perda progressiva de espessura.

A correlação litoestratigráfica efectuada indica que os perfis de poço Zimbo 1 e PM D apresentam unidades litoestratigráficas que apresentam uma boa continuidade lateral.

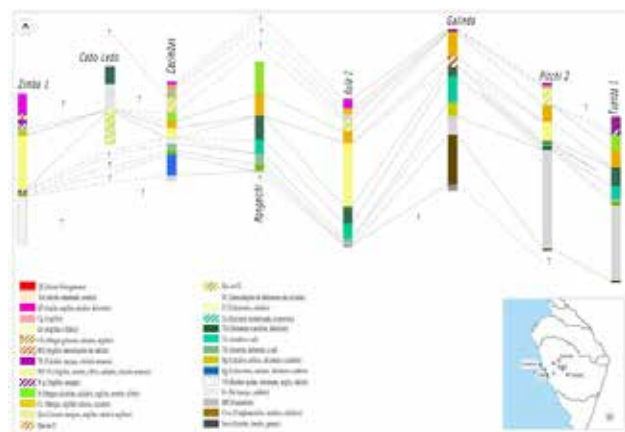


Figura 21: Representação da correlação litoestratigráfica referente a secção estratigráfica Z-onshore.

Entre estes perfis de poço, nota-se que os perfis de poço PM G, PM E e PM F, apresentam poucas unidades litoestratigráficas apesar de terem espessuras consideráveis (Figura 22). A unidade litoestratigráfica Quifangondo é a que apresenta maior equivalência lateral ao longo de toda secção.

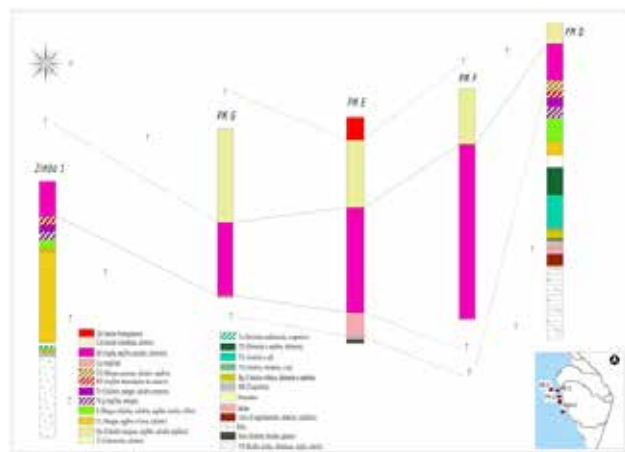


Figura 22: Representação da correlação litoestratigráfica referente a secção estratigráfica offshore

### Coluna Litoestratigráfica Reconstituída e Modelo Esquemático

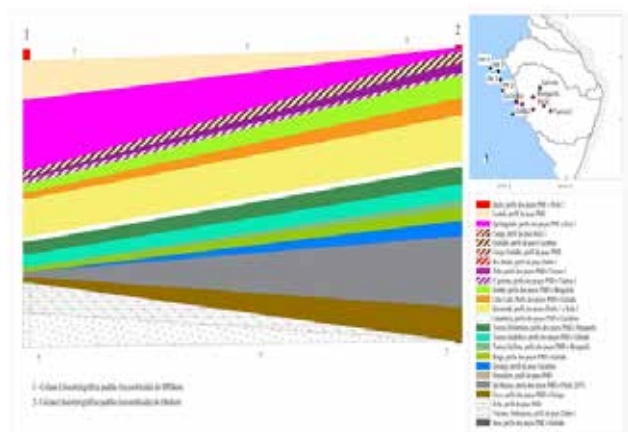
Com base nos registos estratigráficos de cada poço foram elaboradas colunas litoestratigráficas, nomeadamente, coluna litoestratigráfica reconstituída a partir dos poços localizados no offshore com uma espessura total de 9133,3m e coluna litoestratigráfica reconstituída a partir dos poços localizados no onshore cuja espessura total é de 9100m. Estas duas colunas 1 e 2 foram elaboradas tendo em conta a espessura máxima das unidades litoestratigráficas de cada poço. A partir desta informação, verificou-se que as máximas espessuras das litofácies para os poços localizados no offshore estão presentes no perfil de poço PMD. Para os poços localizados no onshore as litofácies com espessuras máximas estão presentes no perfil do poço Galinda.

A reconstituição litoestratigráfica, tanto na bacia interior como na bacia exterior, permitiram correlacionar ambas as colunas reconstituídas e obter assim um modelo litoestratigráfico global para a área de estudo. O referido modelo possibilita compreen-

der a evolução da arquitectura estratigráfica e a geometria da disposição dos pacotes sedimentares. É de registar que, na base as espessuras das litofácies variam no sentido da bacia exterior para a bacia interior do Cuanza, e no topo ocorre o oposto, ou seja, as litofácies das Formações Luanda-Cacuaco e Quifangondo apresentam maiores espessuras no offshore, assim como as fácies do período rifte e a fase vulcano-sedimentar.

As fácies das Formações Cunga, Gratidão, Teba, Itombe, Cabo Ledo, Tuenza Salíferos, Binga, Quianga, Sal Maciço e Cuco apresentam maiores espessuras no onshore. As fácies das Formações Quissonde, Catumbela, Tuenza Dolomítico, e Tuenza Anidritico apresentam uma equivalência em termos de espessura, tanto no offshore como no onshore. Pese embora não se ter um registo geofísico de apoio a correlação entre as colunas estratigráficas reconstituídas (Figura 23) indicam claramente que a acomodação sedimentar se deu, de uma forma geral, da parte continental para a zona marinha.

Em conjugação com as litofácies e respectiva migração, a qual se deu no mesmo sentido que o acima indicado, o registo global evidencia sedimentação em relação com movimento regressivo atingindo o máximo por regressão forçada durante o Paleocénico, caracterizado por lacuna generalizada. Para além desta lacuna, pela análise dos registos estratigráficos, aponta-se como muito prováveis outras rupturas sedimentares, à escala do hiato, que tenham ocorrido no topo da Formação de Sal Maciço e, mais tarde, entre o topo da Formação Cunga e a base da Formação Quifangondo. Assim, a arquitectura estratigráfica obtida, sugere fortemente um clinoforme de baixo nível. A análise da correlação entre as colunas reconstituídas leva a considerar que as unidades litoestratigráficas são mais espessas na zona de onshore relativamente às da zona de offshore, havendo também a registar uma provável ruptura sedimentar abaixo da Formação Quifangondo.



**Figura 23:** Modelo litoestratigráfico esquemático.

## CONCLUSÕES

Para além das conclusões e das considerações que fomos retirando e tecendo ao longo do presente trabalho, realçamos as que abaixo se seguem:

A migração dos ambientes sedimentares a partir do Cretácico Inferior decorreu sem grandes interrupções (lacunas ou hiatos) até ao Cenozóico Superior, excepção feita à lacuna do Paleocénico em que se deu a carsificação de Formações

subjacentes e também o dismantelamento dessas estruturas tal como o atesta a ocorrência de calcários silicificados. Durante o Eocénico e o Oligocénico até ao Pliocénico há uma retoma transgressiva com controlo eustático variável, marcado por alguns hiatos estratigráficos, provocando a alternância de ambientes marinhos litorais e ambientes marinhos de plataforma. No Plistocénico o momento passa a ser claramente regressivo terminando em sedimentação continental detrítica sub-aérea. O sistema petrolífero foi inteiramente formado na etapa pos-rifte da Bacia do Cuanza.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Andrade, H., Duarte Morais, M.L. & Sgrosso, I. The "Areias Cinzentas": a new continental formation of the Kwanza Basin (Angola). 15th Internacional Sedimentological Congress (IAS). Alicante (Spain), April 12-17. Abstracts: 284-285, 1998.
- [2] Baptista, C. Orla Sedimentar Angolana. DEI Geologia, Faculdade de Ciências (UAN), Luanda – Angola. Trabalho não publicado, 1991.
- [3] Bondo, Hortêncio. F. F. Litoestratigrafia e Modelo Sedimentar da Bacia do Cuanza (NW de Angola) Dissertação de Mestrado, Universidade do Porto, Faculdade de Ciências, Porto – Portugal, 2014.
- [4] Brice, S. E., Cochran, M. D., Pardo, G. and Edwards, A. D. Tectonics and sedimentation of the South Atlantic rift sequence: Cabinda, Angola. In: *Studies in Continental Margin Geology* (Eds J. S. Watkins and C. L. Drake), Am. Assoc. Petrol Geol. Mem. No. 34, pp. 5-18, 1982.
- [5] Brognon, G.P., e Verrier, G.R. Oil and geology in cuanza basin of Angola. *Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists*. Vol50, nº1 (January, 1966), p 108-158, 36. Cap.17, 1966.
- [6] Burwood, R. Source rock control for Lower Congo Coastal and Kwanza Basin petroleum systems, in Cameron, N.R., Bate, R.H., and Clure, V.S., eds., *The oil and gas habitats of the South Atlantic: Geological Society [London] Special Publication 153*, p. 181 – 194, 1999.
- [7] Diva – Gis, free, simple & effective. *Spatial Data Download*. 2013.
- [8] Fina Petróleos de Angola. Relatório de poço da bacia do Cuanza. *Análise da amostragem dos cuttings das operações de perfuração*, 1970.
- [9] Geoluanda. Int. Conf., *Guide Book Luanda, Benguela, Dombe Grande*, 2000.
- [10] IGCA. Mapa topográfico de Cabo Ledo, E.1:100.000, folha nº 125. *Ministério da Defesa. Instituto de Geodesia e Cartografia de Angola*, 1981.
- [11] Schlumberger. *Avaliações De Formações de Angola W.E.C., Paris: 1-95*, 1991.
- [12] Sonangol-Total. Carte geologique du bassin du Kwanza, Angola. Echelle 1:250.000. *Synthèse basée sur des missions de terrain, effectuées entre 1968 et 1972 par Total et C.A.P. TEP/DE/DIR-CONS, Octobre 1987, N° 58*, 1987.
- [13] Wohlhuter & Carnet, A. Tuenza I. Extrait du rapport geologique de fin de sondage. *Angola bassin de cuanza*, 1986. Tavares, T.S. Amonites de Angola, Sua Ocorrência no Mesozóico das Bacias Sedimentares de Angola. *Estratigrafia e Sistemática, Trabalho de fim de curso de Licenciatura, DEI de Geologia, Faculdade de Ciências (UAN)*, 2000.