



OKACOM

The Permanent Okavango River Basin Water Commission

**Análise Técnica, Biofísica E Sócio-
Económica do Lado Angolano Da
Bacia Hidrográfica do Rio Cubango:
Subsídio Para o Conhecimento
Hidrogeológico**

Relatório de Hidrogeologia

Gabriel Luís Miguel

Agosto de 2009

*Environmental protection and sustainable management
of the Okavango River Basin*

EPSMO

ANÁLISE TÉCNICA, BIOFÍSICA E SÓCIO-ECONÓMICA DO LADO ANGOLANO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CUBANGO:

SUBSÍDIO PARA O CONHECIMENTO HIDROGEOLÓGICO



RELATÓRIO DE HIDROGEOLOGIA

O CONSULTOR: GABRIEL LUÍS MIGUEL

AGOSTO DE 2009

AGRADECIMENTOS

Agradeço à FAO pela oportunidade que nos deu em poder participar nesta Análise Técnica, já que permitiu – nos conhecer situações que do outro modo jamais seriam possíveis.

À Universidade Agostinho Neto, mais concretamente à Faculdade de Ciências, por apoiar-nos nesta nobre missão de buscar dados de referência e de permitir que estudantes pudessem auxiliar o Consultor neste trabalho dedicado à disciplina de Hidrogeologia.

Aos estudantes Samba Clotilde Franga, Benvindo Martins, assim como ao Professor Adriano Gaspar Adão por terem feito parte da equipe de campo na última fase da Análise Técnica.

Há todos aqueles que sempre estiveram disponíveis para os grandes desafios no marco desta Análise Técnica, quero igualmente tornar-lhes extensivos estes agradecimentos.

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS.....	3
RESUMO	6
1.0 – Introdução e Objectivos	7
2.0 – Metodologia	8
3.0 – Antecedentes	9
3.1 - Antecedentes Sobre Dados Meteorológicos	9
3.2 - Antecedentes Sobre Dados Hidrogeológicos	9
4.0 – Descrição Geral da Área de Estudo	11
4.1 - Localização.....	11
4.2 - Clima	13
4.3 - Solos	13
5.0 – Geologia Da Área	14
6.0 – Hidrogeologia	20
6.1 - Inventário De Pontos De Água.....	20
6.2. - Níveis Piezométricos	22
6.3 - Fluxos Subterrâneos	23
6.4 - Enquadramento Hidrogeológico Da Porção Angolana Da Bacia.....	24
6.5 - Recarga No Sistema Aquífero	27
7.0 - OBSERVAÇÕES CONCLUSIVAS	28
8.0 – RECOMENDAÇÕES.....	29
BIBLIOGRAFIA.....	30
ANEXOS:	31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Inventário de Pontos de Água.....	20
---	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização da área de estudo.....	12
--	----

Figura 2: Mapa geológico montado com base na cartografia realizada a escala de 1:1000.000, (Bacia do Rio Cubango – porção Angolana).....	16
--	----

Figura 3: Esboço litoestratigráfico realizado nas localidades de Chicala Choloanga, Chinhama e Chitembo (parte porção Angolana da Bacia do Rio Cubango).....	17
--	----

Figura 4: Esboço litoestratigráfico realizado durante os levantamentos de campo, nas localidades de Kuvango, Kuando Kubango e Cuito Cuanavale (parte porção Angolana da Bacia do Rio Cubango).....	18
--	----

Figura 5: Perfil hidrogeológica realizado com base no Mapa Hidrogeológico a escala 1:250.000.....	23
---	----

Figura 6: Perfil hidrogeológica realizado com base no Mapa Hidrogeológico a escala 1:250.000.....	24
---	----

Figura 7: Esboço da Porção angolana da bacia, com os tipos de aquíferos mais representativos, individualizados pelo Grupo de Hidrologia, durante o exercício da ACA (2008).....	25
---	----

Figura 8: Mapa Hidrogeológico correspondente a porção angolana da bacia do Cubango, montado por PAGSO (2008) a partir do Mapa Hidrogeológico de Angola à escala 1:250.000 (Mac Donald & Partners Limited, 1989).....	27
--	----

RESUMO

Com base no mapa hidrogeológico de Angola à escala 1:250.000 e nos trabalhos de campo realizados no marco da Análise Técnica (AT), foram reunidos subsídios que permitem fazer alguns julgamentos de valor, ainda que de tipo elementar, para a futura caracterização hidrogeológica dos principais sistemas aquíferos identificados na porção angolana da Bacia Hidrográfica do Rio do Cubango (BHRC).

O inventário de pontos de águas realizados pelo autor deste trabalho, nos 11 locais seleccionados, põe de manifesto a existência de aquíferos suspensos para além do aquífero mais profundo representativo da região.

Os perfis hidrogeológicos realizados com direcções (NW-SE e SW-NE), representativo para a parte a montante e a jusante da porção angolana da bacia hidrográfica assim como os esboços de colunas litoestratigráficas levantadas na área estudada, sugerem a não existência de uma conexão hidráulica entre o nível de base do rio Cuito, com o aquífero mais profundo constituído fundamentalmente pelos depósitos do Klahari, principalmente na parte mais à jusante.

O aquífero mais profundo, funciona como um sistema único, de tipo multicamada e considerado como livre. Apesar deste, existe também para a área estudada, o aquífero de tipo fracturado, localizado na parte mais à Norte.

Estudos complementares deverão ser feitos, para uma caracterização mais completa dos sistemas aquíferos identificados no âmbito da presente AT.

1.0 – Introdução e Objectivos

Para que o desenvolvimento seja realmente sustentável, é necessário que se quantifiquem as disponibilidades dos recursos hídricos.

Para estimar os impactos produzidos nos Ecossistemas, derivados essencialmente pelos usos múltiplos da água numa bacia hidrográfica, o balanço hídrico, constitui uma das grandes ferramentas do estudo. Para realizar esta tarefa é necessário que todas as componentes do ciclo hidrológico sejam fruto de análise, para que os resultados e as posteriores decisões que se tomem sejam as mais verosímeis.

Em muitos casos de estudos, a componente subterrânea do ciclo é negligenciada, em detrimento única e simplesmente da componente superficial.

Em geral, o conhecimento do meio físico, deverá constituir a base de suporte da informação. Em alguns casos este conhecimento não existe, devido a grande lacuna de dados. No marco da AT realizada na porção angolana da Bacia Hidrográfica do Rio Cubango, apesar da grande lacuna de informação relacionada com a componente subterrânea do ciclo hidrológico, reuniu-se alguma informação hidrogeológica, que juntamente com outros estudos que eventualmente se venham a realizar no futuro, contribuirão para a caracterização dos sistemas aquíferos existentes na área da bacia hidrográfica.

Com base na observação geológica de campo e no inventário de pontos de água realizado em 11 áreas distribuídas na porção angolana da bacia (Chicala Choloanga, Chinhama, Chitembo, Cuvango, Cutato, Cuchi, Cuelel, Menongue, Capico, Mucundi e Cuito-Cuanavale) foram elaborados colunas litoestratigráficas (esboços) e perfis geológicos que põem de manifesto alguns aspectos hidrogeológicos importantes.

A reduzida quantidade de captações de águas subterrâneas nos pontos inventariados, a dificuldade na medição de alguns níveis piezométricos e na realização de ensaios de bombagem e recuperação, impossibilitaram o cálculo de alguns parâmetros hidráulicos como a permeabilidade (K) e a transmissividade (T). Apesar do descrito no parágrafo anterior, para as áreas inventariadas, especificamente as constituídas pela formação geológica do Kalahari, os níveis piezométricos medidos não representam de forma alguma o nível regional.

O objectivo principal AT consiste na busca de elementos que possibilitem a caracterização hidrogeológica dos principais sistemas aquíferos existentes na parte angolana da Bacia hidrográfica do Rio Cubango.

Para cumprir com os objectivos descritos, desenhou-se uma metodologia de trabalho que se descreve no ponto 2.0 deste relatório.

2.0 – Metodologia

Para realizar as actividades descritas neste relatório, desenvolveu-se uma metodologia de trabalho, que passou essencialmente pela consulta bibliográfica para o conhecimento dos antecedentes de tipo climático, hidrogeológico e hidrogeoquímico da área de estudo, assim como o inventário de pontos de água nas áreas seleccionados à nível da porção angolana da bacia hidrográfica.

Os mapas geológicos e hidrogeológicos existentes, são de pouco detalhe (1:1000.000 e 1:250.000 respectivamente), o que significa que vários aspectos de carácter hidrogeológico e de pequena distribuição espacial, não estão neles representados.

Para clarificar certas situações, foi realizado para cada uma das áreas o levantamento geológico de algumas secções, para a elaboração de perfis e esboços de colunas litológicas, que ajudaram a compreender com maior detalhe os aspectos relacionados com a hidrogeologia da área, no seu todo.

Para o inventário de pontos de água, não obstante ao trabalho de campo realizado pelo Consultor e seus auxiliares, contou-se igualmente com inquérito realizado à nível das administrações locais, a informação da população e a consulta efectuada junto do Ministério da Geologia e Minas, especificamente o Instituto Nacional de Geologia (INAGEO).

A realização de ensaios de bombagem e recuperação nos poços mais representativos das áreas inventariadas, tarefa que se enquadra dentro do inventário de pontos de água, não foi efectuado, devido a inexistência nas referidas captações de água, do orifício que possibilita a medição dos níveis piezométricos durante os respectivos ensaios.

Para esta fase do trabalho não foram contempladas a recolha e posterior análise química das águas subterrâneas.

3.0 – Antecedentes

Com a consulta bibliográfica realizada, classificou-se a informação disponível, em função do grau de importância das mesmas para o estudo, segundo os sub-índices descritos neste capítulo

3.1 - Antecedentes Sobre Dados Meteorológicos

Consultas realizadas a nível do Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica de Angola, (INAMET) assim como nas Administrações locais, permitem afirmar que existe grande lacuna referente aos dados meteorológicos.

Segundo o relatório apresentado pelo grupo de hidrologistas, no quadro do exercício de Avaliação de Caudais Ambientais (ACA), isto no âmbito de implementação do Projecto de Protecção Ambiental e Gestão Sustentável da Bacia Hidrográfica do Rio Cubango / Okavango (PAGSO), os dados de precipitação existentes para a área da bacia, (parte Angolana) representam apenas uma série de 12 anos hidrológicos.

Para os dados relacionados com a temperatura, humidade relativa e insolação, a situação em alguns casos é ainda mais dramática, com dados incompletos e séries inferiores à 10 anos.

Para os dados relacionados com os caudais dos rios que compõe a parte angolana da bacia hidrográfica, o relatório do grupo de hidrologia (GH, 2008), faz referência apenas de 24 estações hidrométricas com informação recolhida disponível, correspondente a uma série de 12 anos. Algumas das estações referidas iniciaram a recolha de informação em 1957, enquanto que outras somente a partir do ano de 1962.

Das 24 estações mencionadas no parágrafo anterior, actualmente só 5 estão em funcionamento (Cuchi, Menongue I (Rio Cueba) e Menongue II (Rio Luahuca), Caiundo e Capíco) e 7 estações (Chinhama, Cutato, Cuvango, Cueleí, Mucundi, Cuito-Cuanavale e Diríco) serão reabilitadas numa segunda fase.

Para os estudos hidrológicos, os clássicos estabelecem um período de cerca de 30 anos de dados observados, para que os resultados possam realmente estar mais próximo da realidade dos fenómenos em análise.

Investigações realizadas em projectos anteriores na área de estudo, fazem-se referência de métodos combinados utilizados para suprir esta lacuna. Dentre os referidos métodos, destacam-se o uso de dados meteorológicos obtidos através de informação de satélite e os medidos nas estações.

3.2 - Antecedentes Sobre Dados Hidrogeológicos

Poucos são os trabalhos hidrogeológicos realizados na área de estudo, quando comparados com outras regiões do sul de Angola, como a do Cunene, Huíla e Namíbe.

Trabalhos não publicados, consultados na biblioteca dos antigos Serviços Geológicos de Angola, (actual Instituto Nacional de Geologia – INAGEO), fazem referência para a área de estudo, da existência de algumas captações de águas subterrâneas de pequeno diâmetro e

grande profundidade, sem especificar as suas coordenadas geográficas, nem mesmo os correspondentes níveis piezométricos.

As características hidrogeológicas das formações aquíferas existentes na porção angolana da bacia, foram pouco ou quase nada estudado. Existe uma grande lacuna de informação também nesta área do saber. Não obstante, alguma informação encontra-se sintetizada no Mapa Hidrogeológico à escala 1:250.000, produzido em 1989, pela equipa de Mac Donald & Partners Limited (UK) e HIPROJECTO, Consultores de Hidráulica e Salubridade S.A., no âmbito do projecto da SADC “Hydrologic Assessment of Sub-Saharan Countries”.

Uma das bases utilizadas na elaboração do Mapa Hidrogeológico referido no parágrafo anterior, são os dados correspondentes a 2000 sondagens (com distribuição espacial bastante irregular) obtidos da Hidromina e da UNICEF.

4.0 – Descrição Geral da Área de Estudo

Nesta secção far-se-á uma análise sobre os aspectos relacionados com a localização, fisiografia e o clima, respectivamente.

4.1 - Localização

Localizada na África subsahariana, a Bacia Hidrográfica do Rio Cubango/Okavango, enquadra-se na definição de bacia transfronteiriça e é partilhada por três países, nomeadamente: Angola, Namíbia e Botswana.

A Bacia Hidrográfica cobre uma área total de 413.500km². Do total da área descrita, a parte hidrológicamente activa correspondente para os três países (Angola, Namíbia e Botswana), perfaz 323.192 km². Para a parte angolana da bacia, a área hidrologicamente activa corresponde a 170.000 km². Considerando a componente da área de recepção do Okavango/Cubango, por países, Angola possui a maior área funcional, representada por 38,7%, com o escoamento de 94,5%, seguido da Namíbia com 4,1% de área funcional e 2,9% de escoamento, e por último o Botswana, com 3,8% de área funcional e 2,6% de escoamento respectivamente. (Obeid e Mendelsohn, 2004).

Para a realização da AT no lado angolano da BHRC, foram seleccionados 11 pontos, localizados em quatro províncias nomeadamente: **Huambo** (Chicala Choloanga e Chinhama), **Bié** (Chitembo), **Huíla** (Cuvango) e **Kuando Kubango** (Cutato, Cuchi, Cuelel, Menongue, Capico, Mucundi e Cuito Cuanavale), como se pode observar na figura 1.

Do ponto de vista topográfico a área estudada é caracterizada por duas grandes regiões, nomeadamente a de altitude de cerca dos 1700 metros, correspondente a parte das províncias do Huambo, Bié e Huíla e cerca de 1000 metros representativo para Nankova, situada esta última na província do Kuando-Kubango.

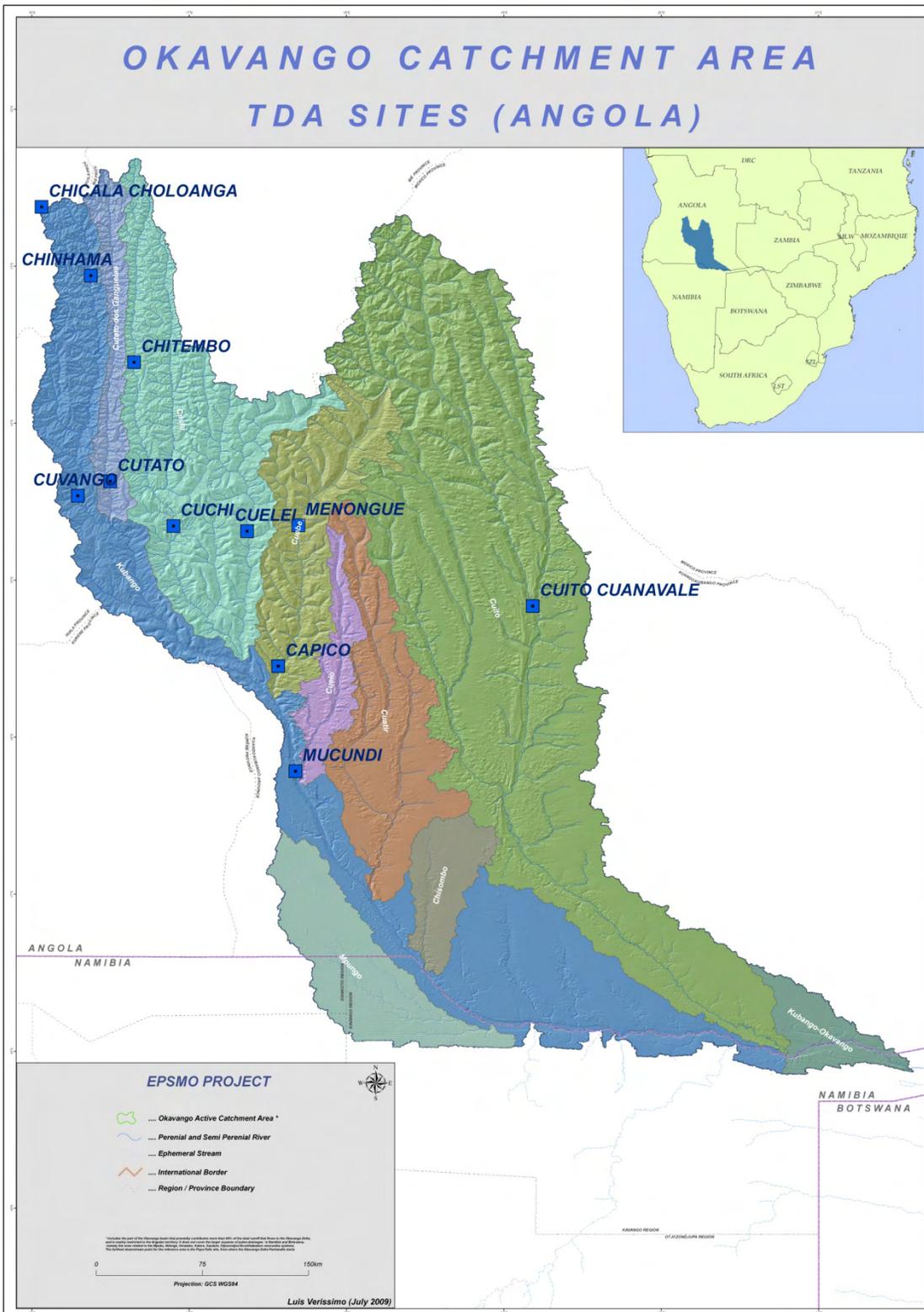


Figura 1: Localização da área de estudo

Figura 1 – Localização da área de estudo (Bacia do Rio Cubango – porção Angolana) com a localização dos 11 pontos seleccionados para o estudo.

Os cerca de 700 metros de diferença de altitude entre as duas regiões demarcadas, demonstra uma vez mais a grande variação de altitude existente entre elas. A primeira enquadra-se dentro da área de captação activa, enquanto a segunda no domínio da área de captação inactiva (Obeid e Mendelsohn, 2004).

4.2 - Clima

A grande variação de altitude, ao longo da extensão da bacia, é um dos elementos condicionantes na variação climática da mesma. Assim desde à montante até a parte mais à jusante da porção angolana da bacia, caracterizam-se áreas de dois tipos de clima predominantes.

O primeiro, caracterizado por valores médios de precipitação em torno dos 100 mm/mês, com temperaturas médias mensais de 22°C, (correspondente à dados medidos na Estação Climatológica do Chitembo) enquanto o segundo é caracterizado por valores de precipitação de cerca de 51 mm/mês, sem variação de temperaturas médias em relação ao primeiro tipo, e com humidade relativa média de 48%.

Os valores descritos no parágrafo anterior, permitem classificar os dois tipos de clima em: húmido à sub- húmido , representativo para a região designada por Alto Cubango (Chitembo, Cuvango e Menongue), e para o segundo um clima de tipo semi-arido à árido, para a região denominada por Baixo Cubango (Mucundi, Cuangar,Dirico e Mucusso).

4.3 - Solos

De um modo geral, os solos guardam uma relação com o tipo de litologia existente na área, já que por definição eles são o fruto de alteração das rochas pré-existentes, associados na maior parte das vezes, com matéria orgânica.

A porção angolana da bacia, esta caracterizada por 4 tipos de solos, nomeadamente os arenosos, ocupando a maior distribuição espacial, seguidos dos solos ferralíticos, distribuídos na parte NW, enquanto que e em menor distribuição espacial estão os solos fluviais (aluvionares) e por último os solos cálcicos, situados no extremo mais a sul da porção angolana da bacia.

5.0 – Geologia Da Área

Do ponto de vista geológico, individualizam-se para a área de estudo, distintas formações, de idades compreendidas entre o Pré-câmbrico ao Pleistocénico. Muito embora, as sequências mais antigas não aflorem em muitos dos pontos, justificado pela magnitude das espessuras das formações de cobertura, com especial destaque para os depósitos do Kalahari, em alguns vales de rios, as rochas pré-Cambrianas são visíveis.

A história geológica da região esta marcada com a formação de rochas graníticas e granitoides do Precâmbrico, que constituem fundamentalmente o substrato da área.

Estas formações antigas, foram através dos tempos geológicos, penetradas por rochas básicas ou ácidas, estando na maior parte dos casos, a subida destas rochas ligadas aos vários episódios de tectónica regional.

As características geológicas estabelecidas durante quatro períodos importantes, dominam a área no sistema do Rio Cubango e as suas zonas limítrofes: Grupo Kalahari (65 milhões de anos); Grupo Karoo (300 a 180 milhões de anos); Grupo Damara (700 a 550 milhões de anos); Rochas mais antigas (2.500 milhões e os 1.800 milhões).

No início do Proterozoico médio formaram-se granitos migmatitos alcalinos, alguns deles identificados à montante da bacia.

No final do proterozoico inferior e durante o Proterozoico médio, depositou-se a sequencia sedimentar e vulcano-sedimentar, embora sem grande expressão na Bacia do Cubango, quando comparado com outras bacias hidrográficas antigas, como por exemplo a Bacia do Cunene, com os sedimentos Cahama-Otchinjau.

A tectónica distensiva, que ocorreu no Mesocenozóico, processo que caracterizou a abertura do Atlântico Sul e processos epirogenéticos ainda anteriores, levaram a génese das bacias costeiras e intracratónicas continental interior respectivamente. Desde o Carbónico superior ao Cretácico inferior, geraram-se várias sequências sedimentares.

Para a Bacia do Cubango, destaca-se a série detrítica do grupo do Kalahari (Terciário), areias, aluviões e depósitos de sopé de vertente.

Na grande maioria da sua extensão, o rio serpenteia pelas areias do Kalahari e por outro sedimentos depositados nos últimos 65 milhões de anos. São ainda verificadas a distribuição de dunas que foram moldadas durante períodos áridos anteriores.

Em geral do ponto de vista geológico, observa-se uma monotonia no que diz respeito as variações litológicas constituintes da parte angolana da bacia exceptuando a parte NW, aonde as variações de rochas de tipo magmáticas são mais expressivas (granitos biotíticos, riolitos, noritos e doleritos), embora também com pouca distribuição areal, como se pode observar no mapa geológico representado na figura 2.

Em algumas secções visitadas durante os levantamentos de campo realizados, foi possível colher informação referente a litoestratigrafia; assim foram observadas solos de tipo lateríticos. Estes solos possuem como constituinte químico principal o hidróxido de Ferro e de Alumínio. A formação deste tipo de solos esta relacionado com a meteorização química que ocorre em climas de tipo tropical quente e húmido.

Importa ressaltar que alguns parâmetros relacionados com a maior ou menor facilidade de circulação das águas (K), guardam uma relação estreita com o tipo de solos existente. Para o caso dos solos lateríticos os mesmos dificultam esta facilidade.

As argilas, algumas vezes intercaladas com areias de granulometrias médias à finas, com cores variadas, desde amarelo-acastanhadas à pretas, foram igualmente identificadas nas várias secções estudadas.

Areias de granulometria variada, assim como depósitos não consolidados foram igualmente identificados nas várias secções levantadas. As espessuras são bastantes variadas, dependendo das espessuras dos afloramentos visitados, mais de uma forma geral, para as intercalções de argilas e areias, as mesmas variam desde a escala centimétrica à algumas dezenas de metros.



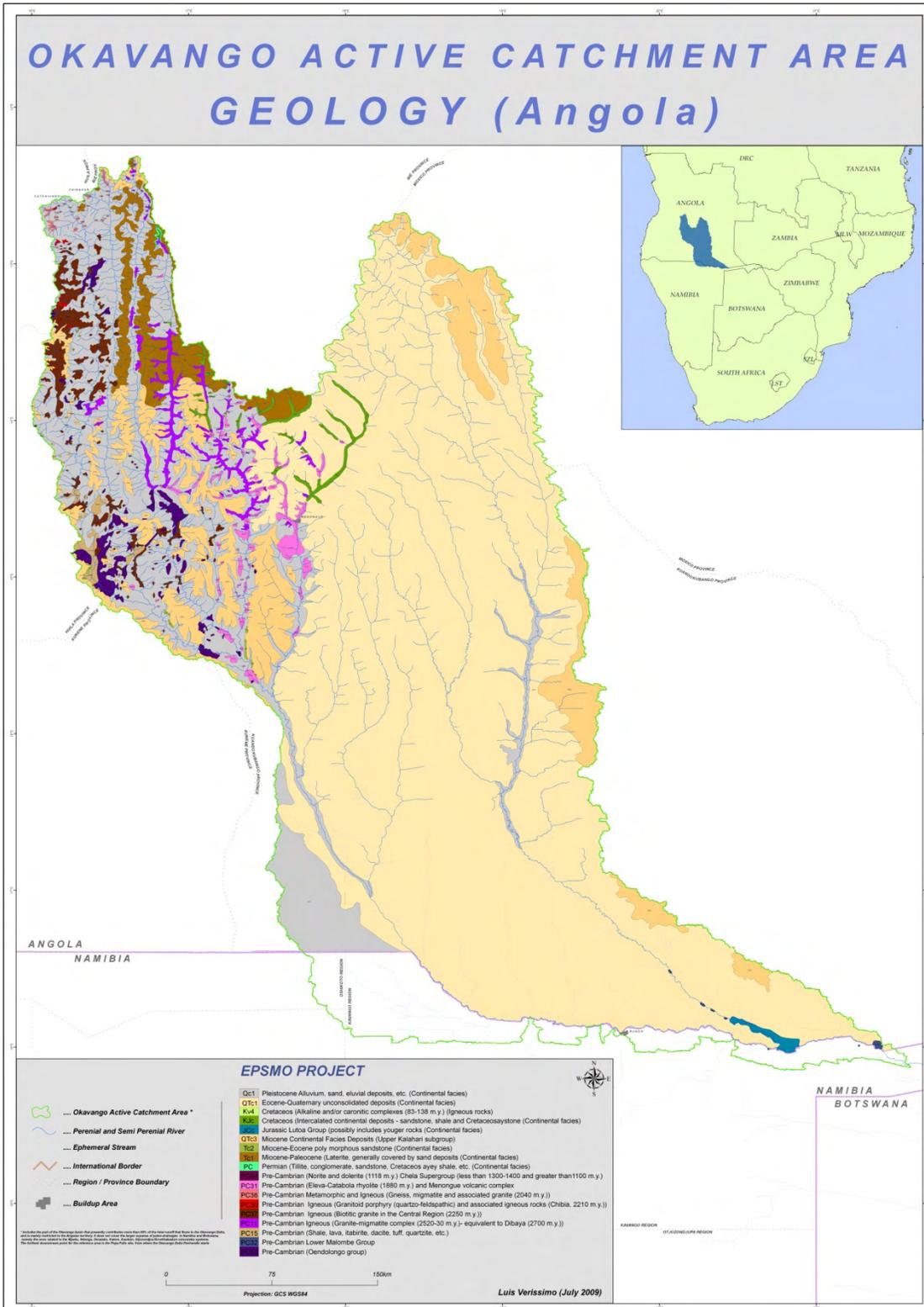
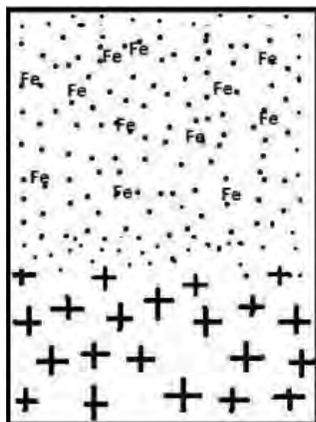


Figura 2: Mapa geológico montado com base na cartografia realizada a escala de 1:1000.000, (Bacia do Rio Cubango – porção Angolana)

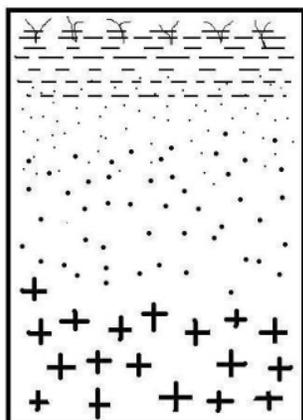


Localização
Huambo - Chicala Chaloanga (Rio Cutato)

Coordenadas Geográficas
S 12° 36' 58,2"
E 16° 03' 03"

Legenda

-  Areias do Kalahari com Bastante Couraças de Ferro
-  Granitos de Base



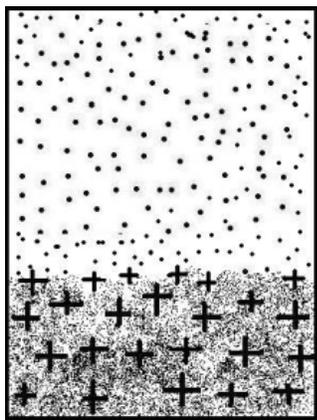
Localização
Chinhama (Rio Cubango)

Coordenadas Geográficas
S 13° 03' 02,7"
E 16° 22' 11,9"

Legenda

-  Restos de Raizes
-  Argilas (castanhas e pretas)
-  Areias Finas
-  Areias Médias
-  Granitos de Base

Embranquiçadas



Localização
Bié - Chitembo (Rio Cuchi)

Coordenadas Geográficas
S 13° 35' 39,5"
E 16° 52' 49,7"

Legenda

-  Areias Brancas do Kalahari
-  Granitos Alterados

Figura 3: Esboço litoestratigráfico realizado nas localidades de Chicala Choloanga, Chinhama e Chitembo (parte porção Angolana da Bacia do Rio Cubango)

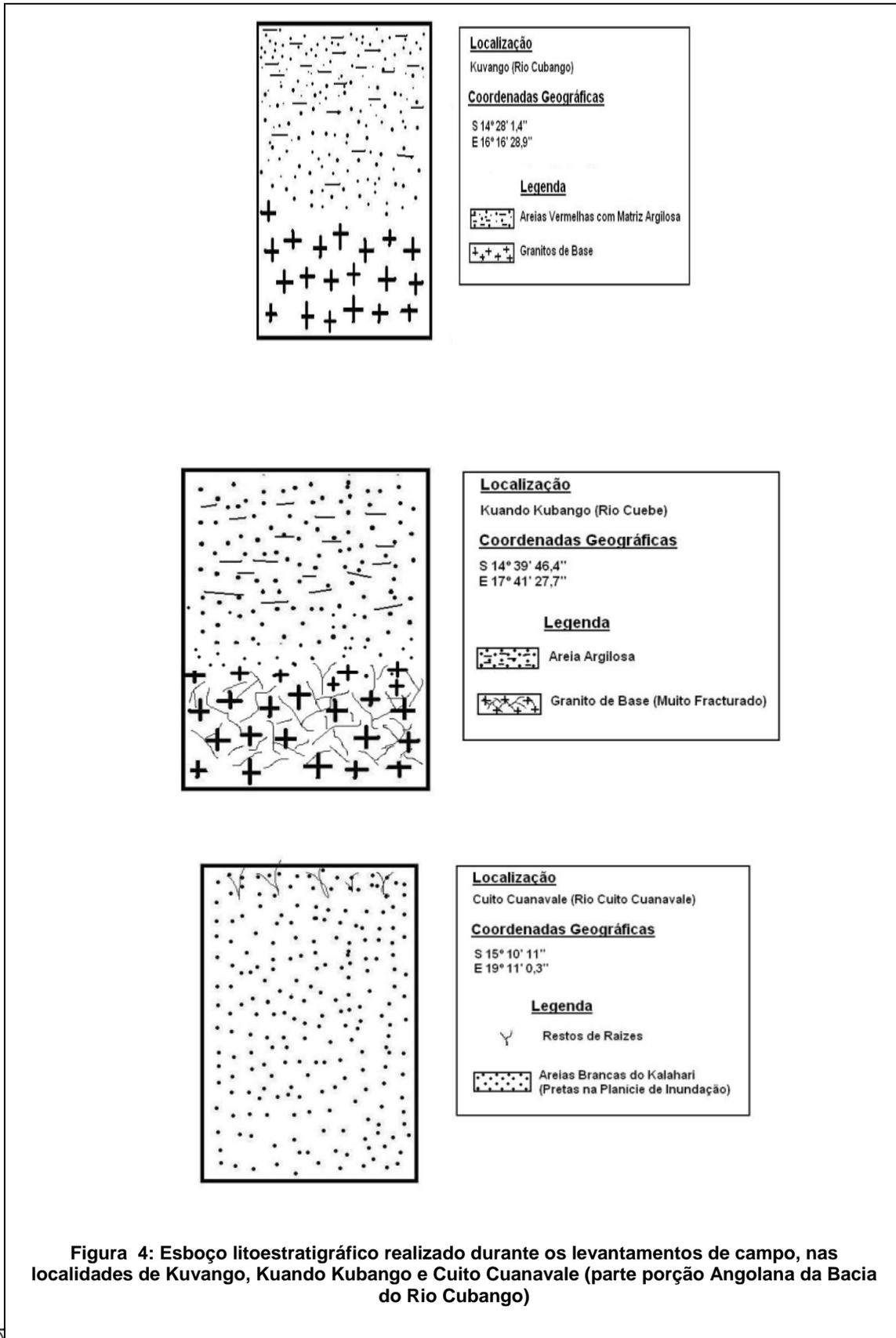


Figura 4: Esboço litoestratigráfico realizado durante os levantamentos de campo, nas localidades de Kuvango, Kuando Kubango e Cuito Cuanavale (parte porção Angolana da Bacia do Rio Cubango)

Como se podem observar nos esboços representados nas figuras 3 e 4, as informações recolhidas, testemunham o carácter detrítico para cada um dos pontos levantados, enquanto que as formações de tipo graníticas aparecem maioritariamente na base, confirmando deste modo os reduzidos afloramentos desta última na maior parte dos pontos levantados.

Este elemento é considerado positivo se quisermos encontrar algumas propriedades importantes na definição de aquíferos caracterizados por uma porosidade de tipo primária, aspectos que serão ressaltados no capítulo relacionado com a hidrogeologia.

6.0 – Hidrogeologia

A informação de carácter hidrogeológica que se resume neste capítulo foi obtida, tendo em conta as observações de campo, as informações do mapa hidrogeológica a escala 1: 250.000, assim como o inventário de pontos de água realizado pelos autores deste trabalho.

6.1 - Inventário De Pontos De Água

Dados relacionados com a distribuição das captações de águas subterrâneas na parte Angolana da Bacia, não foram encontrados na bibliográfica consultada, embora alguns relatórios não publicados fazem referência a existência de pontos de águas de origem subterrânea, sem mencionar as suas coordenadas, nem mesmo os parâmetros hidráulicos (K, T, S) com eles relacionados. o coeficiente de armazenamento (S) é também um dos elementos de grande interesse na caracterização dos aquíferos. Para as áreas seleccionadas no marco do AT (Análise Técnica), foi realizado inventário de pontos de águas, cujos resultados são descritos nos sub-capítulos que se apresentam a seguir.

O inventário completo de pontos de água está representado na tabela 1. A recolha da água e análise dos parâmetros físico-químicos não foram objecto de análise no quadro do presente trabalho.

Tabela 1: Inventário de Pontos de Água

Porção Angolana Da Bacia Do Rio Cubango

Tabela 1: Inventário de Pontos de Água

Ponto	Localidade	Coordenadas	Cota do solo (msnm)	Prof. nível estático (m)	Prof. nível dinâmico (m)	Prof. poço (m)	Cota da água (msnm)	Diâmetro Ø (m)	Observações
<i>Esp. 1</i>	Chinhama / Riacho Ndongela	13° 06' 55,1" S 16° 26' 25,2" E	1653						Caudal mantém-se constante ao longo do ano
<i>Esp. 2</i>	Chinhama / Riacho Vilengo	13° 06' 3,1" S 16° 25' 45" E	1685						Pontos de água superficiais canalizados para uma micro-bacia, a partir da qual faz-se o abastecimento a população e alimenta o rio cubango
<i>Esp. 3</i>	Chinhama / Riacho Ngando	13° 06' 33,3" S 16° 25' 23,1" E	1668						
<i>Esp. 4</i>	Chinhama Centro	13° 06' 15,5" S 16° 25' 47,1" E	1706						
<i>Esp. 5</i>	Cuvango / Palácio	14° 27' 59,9" S 16° 17' 25" E	1464	7,70				2,0	Poço escavado e revestido

TDA Angola Subsídios para o conhecimento hidrogeológico

Esp. 6	Kuvango	14° 27' 46,9" S 16° 17' 25,4"	1480	14,0			21,09		Fora de uso
Esp. 7		14° 28' 4,9" 16° 17' 17,8"	1460						Poço escavado e revestido
Esp. 8	Cuvango / Zona 2	14° 28' 00" S 16° 17' 14,3" E	1558	4,92				1,0	Poço escavado não revestido
Esp. 9		14° 27' 57,5" S 16° 17' 1,5" E	1452	3,77				1,0	
Esp. 10	Cuvango / Centro Hospitalar	14° 28' 3,7" S 16° 17' 32,7" E	1471					1,0	Poço escavado e revestido
Esp. 11	Cuito Cuanavale / Cambamba	15° 10' 28,5" S 19° 10' 49,1" E	1179						Pequenas escavações, cujo diâmetro e profundidade não é superior a 1,0 m. Localizadas na planície de inundação do rio Ntiengo. O nível estático é menos profundo em estações chuvosas.
Esp. 12		15° 10' 29,1" S 19° 10' 50,3" E	1179						
Esp. 13		15° 10' 26,9" S 19° 10' 52,8" E	1178						
Esp. 14		15° 10' 29,4" S 19° 10' 50" E	1179						
Esp. 15		15° 10' 29" S 19° 10' 51,5" E	1182						Pontos de água superficiais
Esp. 16	Cuito Cuanavale / Cambambe	15° 08' 54,1" S 19° 10' 44,2 E	1181					1,0	Poços escavados e revestidos. Localizam-se próximo a planície de inundação
Esp. 17		15° 08' 51,4" S 19° 10' 45,2" E	1185					1,0	
Esp. 18		15° 08' 47,1" S 19° 10' 47,6" E	1188	2,52				1,0	
Esp. 19		15° 09' 10,9" S 19° 10' 29,8" E	1182						
Esp. 20		15° 09' 13,3" S 19° 10' 30,8" E	1179						Pequenas escavações, cujo diâmetro não é superior a 1,0 m e a profundidade é inferior a 1,5 m. Localizadas na planície de inundação do rio Cuito Cuanavale
Esp. 21		15° 09' 19,7" S 19° 10' 32,2" E	1177						
Esp. 22	Menongue/ Tchipompo	14° 40' 0,2" S 17° 30' 38,8" E	1451	7,8			36	0,12	

TDA Angola Subsídios para o conhecimento hidrogeológico

Esp.23		14° 40' 0,9" S 17° 30' 41" E	1432			7,0	1,0	Poço escavado. Localizado na planície de inundação
Esp.24	Menongue/ Próximo ao Cemitério	14° 40' 28,1" S 17° 40' 19,3" E	1371	5,41			0,14	Poço abandonado
Esp.25	Menongue / Bairro Boa Vida	14° 40' 44,9" S 17° 40' 46,8" E	1368	5,67			0,11	
Esp.26		14° 40' 47,3" S 17° 40' 36,8" E	1367				>0,52	Poço escavado não revestido
Esp.27	Chitembo / Bairro Piloto	13° 30' 20,8" S 16° 45' 00" E	1652					Seca durante as estações secas
Esp.28		13° 30' 21,5" S 16° 45' 5,7" E	1655	10,19			0,5	Poço escavado não revestido. O nível estático é mais profundo durante estações secas
Esp.29		13° 30' 22,7" S 16° 45' 7,2" E	1653	10,1			0,7	
Esp.30		13° 30' 47,5" S 16° 45' 17,5" E	1633	8,4			0,78	
Esp.31		13° 30' 46,6" S 16° 45' 17,2" E	1636	8,36			0,9	Poço escavado não revestido. Fica seco durante estações secas
Esp.32		13° 30' 45,6" S 16° 45' 16,6" E	1633	8,56		17	0,9	

6.2. - Níveis Piezométricos

Do inventário de pontos de água, observou-se que, os níveis piezométricos se situam no intervalo entre os 3 metros para a zona do Cuito – Cuanavale e 14 metros para a zona do Cuvango. Os pontos inventariados na zona do Cuito-Cuanavale situam-se na extensa planície de inundação do rio Cuito. A profundidade máxima das captações inventariadas é de 36 metros e a mínima é de 7 metros, ambas situadas na mesma área geográfica (Menongue - Tchipompo).

De uma forma geral, as captações menos profundas são de maior diâmetro e denominam-se localmente por “Cacimbas”. Construídas a maior parte pelas próprias comunidades, muitas sem qualquer revestimento nas suas paredes nem um sistema de protecção adequado, constituem as únicas fontes de abastecimento de água para as comunidades (Anexos fotografia 1) As captações de águas subterrâneas mais profundas são de pequeno diâmetro e foram construídas maioritariamente pelo Estado angolano e Organizações Não Governamentais.

Estas captações encontram-se protegidas, possuem sistemas de extracção e as suas construções contemplam perímetros de protecção como se pode observar na fotografia 2 dos anexos.

Os dados geológicos observados no campo e representados nos esboços litoestratigráficos das figuras 3 e 4, a distribuição geográfica dos pontos inventariados e suas respectivas profundidades, assim como o perfil hidrogeológico realizado com base no Mapa Hidrogeológico a escala 1:250.000, sugerem que os níveis piezométricos medidos nos poços inventariados, não correspondem ao nível piezométrico regional, mais sim a níveis suspensos.

Em função das profundidades dos níveis piezométricos e da litoestratigrafia representativa de alguns sectores visitados (constituída maioritariamente por formações detrítica – depósitos do Kalahari) os resultados obtidos sugerem igualmente para estes sectores a existência de um único aquífero, de tipo livre que funciona como uma multicamada.

Noutros sectores igualmente inventariados, apesar de localizarem-se em zonas constituídas essencialmente por formações graníticas, as captações realizadas, são de reduzidas profundidades e encontram-se instaladas em formações de cobertura.

Nestas zonas podem ser diferenciados dois tipos de aquíferos, sem qualquer homogeneidade do ponto de vista de sua hidráulica de funcionamento, a julgar pela diferença típica nos principais parâmetros hidráulicos (T, K), correspondentes as referidas formações geológicas.

6.3 - Fluxos Subterrâneos

Em geral os fluxos subterrâneos tendem a dirigir-se de zonas de maior para as de menor potencial hidráulico. Para as áreas estudadas a tendencia geral dos fluxos são de direcção N-S, embora existam à nível local outras direcções, como podem ser observados nos perfis hidrogeológicos representados nas figuras 5 e 6.

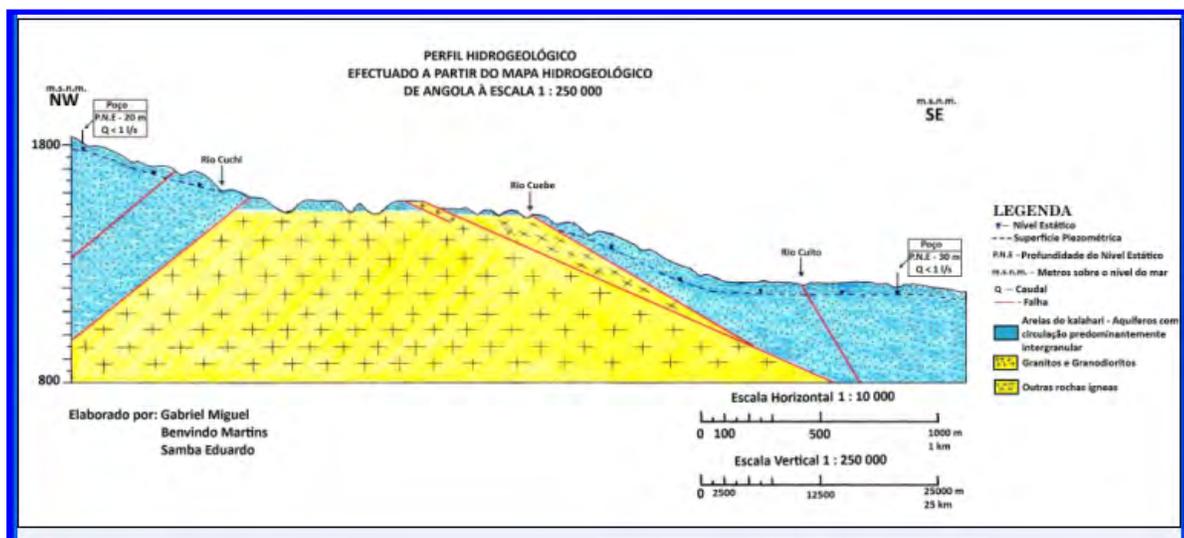
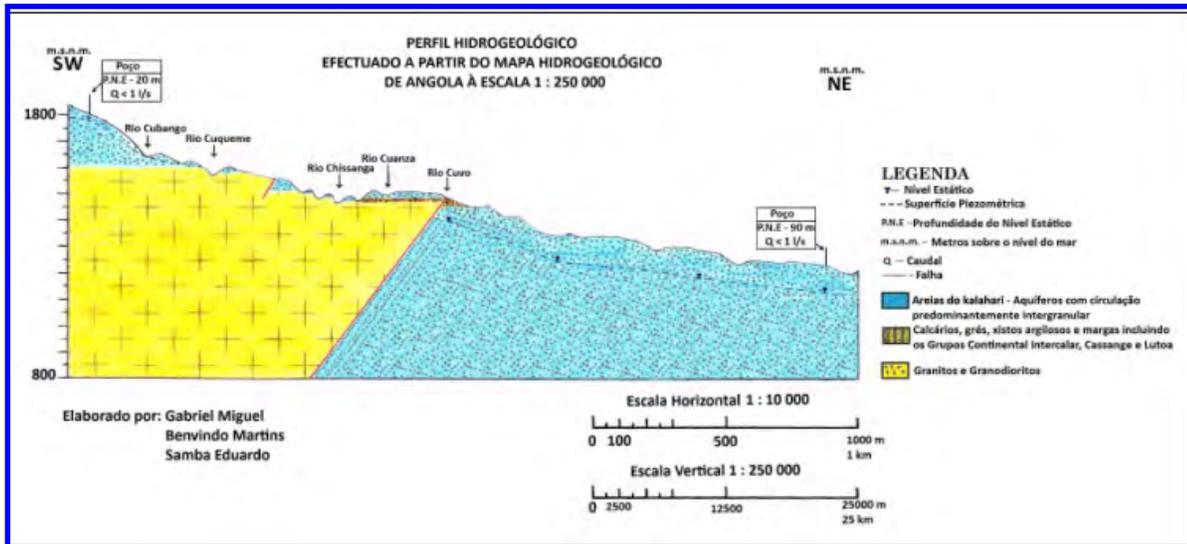


Figura 5: Perfil hidrogeológica realizado com base no Mapa Hidrogeológico a escala 1:250.000

Os perfis elaborados, em nenhum dos casos dão-nos o valor correspondente a profundidade máxima do aquífero para a área estudada, já que os poços utilizados para a elaboração do mesmo, não são completos (significa que não alcançaram a profundidade máxima do aquífero).



Nos dois perfis

Figura 6: Perfil hidrogeológica realizado com base no Mapa Hidrogeológico a escala 1:250.000

apresentados nas figuras anteriores, é evidente que a tendência das direcções dos fluxos, estão a ser regidas simplesmente pelos dados de níveis piezométricos obtidos em duas captações de águas subterrâneas, situados a distâncias superiores à 1 km.

6.4 - Enquadramento Hidrogeológico Da Porção Angolana Da Bacia

Das três grandes Províncias Hidrogeológicas individualizadas no Mapa Hidrogeológico à escala 1:250.000 (Mac Donald & Partners Limited, 1989), a Bacia Hidrográfica do Rio Cubango (Porção Angolana) enquadra-se no grupo II, designado por bacias sedimentares incluindo aluviões de pequenas espessuras nos cursos de águas.

Com base essencialmente na origem e composição litológica, as Províncias Hidrogeológicas foram subdivididas em grandes Unidades Hidrogeológicas, correspondendo a Bacia Hidrográfica do Rio Cubango (Porção Angolana) à Unidade II.2, que está constituída por areias que cobrem os lateritos, o grupo do Kalahari, depósitos do quaternário, depósitos do sudoeste e dunas.

Do ponto de vista geológico, as formações de maior distribuição na parte angolana da bacia, estão representadas pelas areias do Kalahari, de idade Terciária, mas com menor expressão encontram-se formações graníticas de idade pré- Cambriana, como se pode observar no esboço da figura 8.

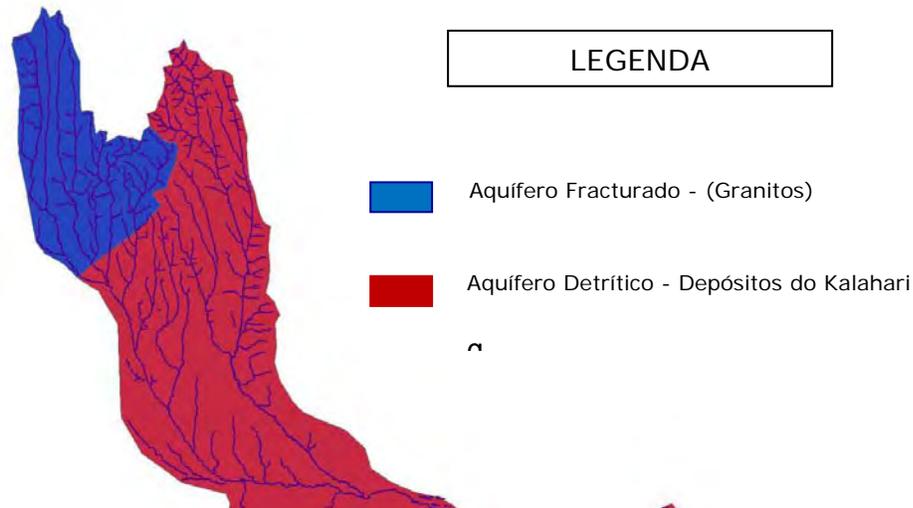


Figura 7: Esboço da Porção angolana da bacia, com os tipos de aquíferos mais representativos, individualizados pelo Grupo de Hidrologia, durante o exercício da ACA (2008).

A tectónica da Bacia do Cubango, esta caracterizada por falhas de direcções predominantemente NW-SE, embora que uma menor distribuição encontra-se também as de direcção W-E.

Os aquíferos de tipo fraturado, são genericamente considerados como pobres, não constituem excepção os aquíferos graníticos da parte mais à Norte da porção angolana da Bacia Hidrográfica do Rio Cubango.

Para o aquífero mais regional, constituído pelas areias do Kalahari, o mesmo enquadra-se na definição clássica de aquífero do tipo detrítico, sua grande extensão à nível da bacia como se pode observar no Mapa Hidrogeológico da figura 8, constitui um elemento importante para a definição da recarga subterrânea. É evidente que este não é o único elemento a considerar, já que de grande importância também é o valor de infiltração eficaz, este último dependente essencialmente dos excedentes que se geram no balanço hídrico do solo.

No parágrafo a seguir, faz-se referência aos valores de recarga subterrânea calculado no marco do projecto WERRD (Water and Ecosystem Resources in Regional Development).

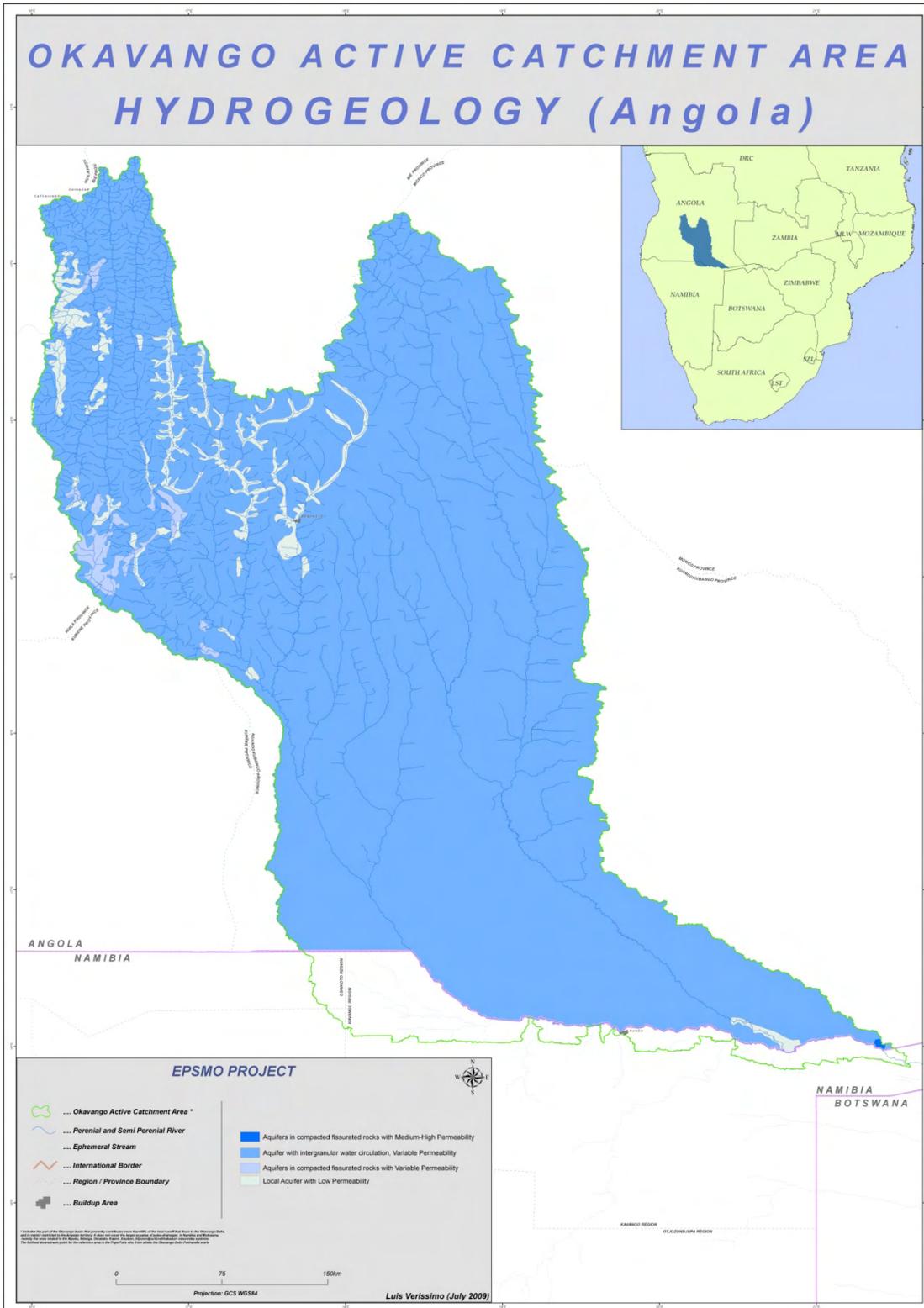


Figura 8: Mapa Hidrogeológico correspondente a porção angolana da bacia do Cubango, montado por PAGSO (2008) a partir do Mapa Hidrogeológico de Angola à escala 1:250.000 (Mac Donald & Partners Limited, 1989).

6.5 - Recarga No Sistema Aquífero

O ciclo da água é sintetizado na literatura como o processo na qual, as massas de água influenciadas pelo balanço energético, produzem fenómenos como a precipitação, evaporação ou evapotranspiração.

Do volume de água precipitado nas mais diferentes formas, uma parte pode escorrer superficialmente ou ficar retirada e estar disponível para a evaporação ou evapotranspiração novamente, a outra pode infiltrar a nível do solo, ou mesmo atingir a zona saturada, recarregando desta forma os aquíferos.

Os estudos hidrogeológicos incorporam este elemento, considerado importantíssimo na gestão dos recursos hídricos.

Com base nos estudos realizados no marco do projecto WERRD (Water and Ecosystem Resources in Regional Development), de uma série de dados de precipitação de 12 anos (1960-1972) analisada, o ano de 1972 foi considerado o mais seco, enquanto que outros anos enquadram-se dentro das categorias de anos moderados à húmidos.

Tomando como base os valores de precipitação medidos num ano em algumas estações meteorológicas situadas no Chitembo, Kuvango e Menongue, observou-se que existe uma grande variação na distribuição das precipitações, isto sugere que na eventualidade das mesmas produzirem recarga de origem pluviométrica nos sistemas aquíferos existentes na bacia, estes deverão ser de tipo episódicas.

Estudos realizados no marco do projecto WERRD (Water and Ecosystem Resources in Regional Development), ensaiou o modelo de Pitman, com a incorporação no referido programa da nova rotina relacionado com as águas subterrâneas, mais especificamente com aspectos que visam o cálculo da recarga na Bacia Hidrográfica do Rio Cubango/Okavango.

Os valores máximos de recarga para os aquíferos enquadrados nas sub-bacias individualizadas - parte Oeste da zona alta da Bacia Hidrográfica, situam-se no intervalo entre 4 mm/mês (Mucundi) a 20 mm/mês (Chinhama).

Para as sub-bacias da zona Este da parte alta da Bacia Hidrográfica, o intervalo varia de 16mm/mês para o Cuanavale e 35mm/mês para o Cuito e o Nordeste (Hugles et.al., 2004).

No marco desta Análise Técnica, foi reunida alguma informação que será complementada em fase posteriores, e que servirão para a elaboração de cálculos relacionados com a recarga e a reserva dos sistemas aquíferos identificados na porção angolana da Bacia do Rio Cubango.

7.0 - OBSERVAÇÕES CONCLUSIVAS

- A natureza dos trabalhos realizados não permite fazer uma caracterização hidrogeológica da Bacia, mas sim pôr a disposição alguns subsídios que ajudarão na compreensão de alguns aspectos relacionados com os principais aquíferos da parte Angolana da Bacia.

- As profundidades dos níveis piezométricos põem em manifesto a existência de aquíferos “suspensos”, para além do aquífero mais profundo existente na área estudada.

- A profundidade do nível piezométrico regional e o nível de base do rio Cuito, parece nitidamente indicar a não existência de uma relação hidráulica entre ambos, principalmente na parte mais a jusante

- Independentemente de existirem dois tipos de aquíferos na parte angolana da bacia (fracturado e detrítico), o aquífero detrítico constitui um sistema único, de tipo livre, que funciona como um multicamada.

8.0 – RECOMENDAÇÕES

- A realização de um inventário completo de pontos de águas existentes na parte angolana da Bacia (incluindo a análise físico-química e microbiológica da água, assim como o ensaio de bombagem e recuperação).
- Estudos que possibilitem a caracterização mais completa dos sistemas aquíferos existentes na porção angolana da Bacia.
- Monitoramento das extracções e da qualidade das águas subterrâneas, criando infra-estruturas afins (Piezómetros) e sistemas de medidas de alguns parâmetros físico-químico (iões maioritários e pH, T, TDS) para as áreas a identificar em fases posteriores.
- Criação de base de dados hidrogeológica disponibilizada para todos os países que fazem parte da bacia

BIBLIOGRÁFIA

- Denis A. Hugles, Lotta Anderson, Julie Wilk & Humbert H.G. Savenije, 2004. Regional Calibration of The Pitman model for the Okavango River
- John Mendelsohn & Selma Obeid, 2005. Rio Okavango a Fonte da Vida Struik Publisher (Uma divisão da Empresa editora New Holaland) (South Africa) (Pty) Ltd) Cornellis Struik House – Cape Town
- Mac Donald & Partners Limited (1989). “Hydrologic Assessment of Sub-Saharan Countries”. Mapa Hidrogeológico de Angola a escala 1:250.000. Cambridge, Reino Unido. (Em associação com HIPROJECTO, Consultores de Hidráulica e Salubridade S.A., Lisboa Portugal)
- NOVO, M. E., LOBO FERREIRA, J.P. (1996) - Plano para a Utilização Integrada dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Cunene: Caracterização e Avaliação Preliminar das Disponibilidades em Águas Subterrâneas, Vol. n.º 3 do 1º Relatório. Lisboa, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Relatório 79/96-GIAS, pp. 172.
- GR (2008) – Relatório do Grupo de Hidrologia, envolvido no exercício de Avaliação de Caudais Ambientais, projecto PAGSO 2008 (em Publicação)

ANEXOS:



Fotografia 1 – Cacimba sem protecção adequada utilizada para extracção de água para uso doméstico – Menongue



Fotografia 2 – Captação de águas subterrâneas e seu sistema de armazenamento na Cidade do Menongue

The Okavango River Basin Transboundary Diagnostic Analysis Technical Reports

In 1994, the three riparian countries of the Okavango River Basin – Angola, Botswana and Namibia – agreed to plan for collaborative management of the natural resources of the Okavango, forming the Permanent Okavango River Basin Water Commission (OKACOM). In 2003, with funding from the Global Environment Facility, OKACOM launched the Environmental Protection and Sustainable Management of the Okavango River Basin (EPSMO) Project to coordinate development and to anticipate and address threats to the river and the associated communities and environment. Implemented by the United Nations Development Program and executed by the United Nations Food and Agriculture Organization, the project produced the Transboundary

Diagnostic Analysis to establish a base of available scientific evidence to guide future decision making. The study, created from inputs from multi-disciplinary teams in each country, with specialists in hydrology, hydraulics, channel form, water quality, vegetation, aquatic invertebrates, fish, birds, river-dependent terrestrial wildlife, resource economics and socio-cultural issues, was coordinated and managed by a group of specialists from the southern African region in 2008 and 2009.

The following specialist technical reports were produced as part of this process and form substantive background content for the Okavango River Basin Transboundary Diagnostic Analysis

<i>Final Study Reports</i>	<i>Reports integrating findings from all country and background reports, and covering the entire basin.</i>		
		<i>Aylward, B.</i>	<i>Economic Valuation of Basin Resources: Final Report to EPSMO Project of the UN Food & Agriculture Organization as an Input to the Okavango River Basin Transboundary Diagnostic Analysis</i>
		<i>Barnes, J. et al.</i>	<i>Okavango River Basin Transboundary Diagnostic Analysis: Socio-Economic Assessment Final Report</i>
		<i>King, J.M. and Brown, C.A.</i>	<i>Okavango River Basin Environmental Flow Assessment Project Initiation Report (Report No: 01/2009)</i>
		<i>King, J.M. and Brown, C.A.</i>	<i>Okavango River Basin Environmental Flow Assessment EFA Process Report (Report No: 02/2009)</i>
		<i>King, J.M. and Brown, C.A.</i>	<i>Okavango River Basin Environmental Flow Assessment Guidelines for Data Collection, Analysis and Scenario Creation (Report No: 03/2009)</i>
		<i>Bethune, S. Mazvimavi, D. and Quintino, M.</i>	<i>Okavango River Basin Environmental Flow Assessment Delineation Report (Report No: 04/2009)</i>
		<i>Beuster, H.</i>	<i>Okavango River Basin Environmental Flow Assessment Hydrology Report: Data And Models(Report No: 05/2009)</i>
		<i>Beuster, H.</i>	<i>Okavango River Basin Environmental Flow Assessment Scenario Report : Hydrology (Report No: 06/2009)</i>
		<i>Jones, M.J.</i>	<i>The Groundwater Hydrology of The Okavango Basin (FAO Internal Report, April 2010)</i>
		<i>King, J.M. and Brown, C.A.</i>	<i>Okavango River Basin Environmental Flow Assessment Scenario Report: Ecological and Social Predictions (Volume 1 of 4)(Report No. 07/2009)</i>
		<i>King, J.M. and Brown, C.A.</i>	<i>Okavango River Basin Environmental Flow Assessment Scenario Report: Ecological and Social Predictions (Volume 2 of 4: Indicator results) (Report No. 07/2009)</i>
		<i>King, J.M. and Brown, C.A.</i>	<i>Okavango River Basin Environmental Flow Assessment Scenario Report: Ecological and Social Predictions: Climate Change Scenarios (Volume 3 of 4) (Report No. 07/2009)</i>
		<i>King, J., Brown, C.A., Joubert, A.R. and Barnes, J.</i>	<i>Okavango River Basin Environmental Flow Assessment Scenario Report: Biophysical Predictions (Volume 4 of 4: Climate Change Indicator Results) (Report No: 07/2009)</i>
		<i>King, J., Brown, C.A. and Barnes, J.</i>	<i>Okavango River Basin Environmental Flow Assessment Project Final Report (Report No: 08/2009)</i>
		<i>Malzbender, D.</i>	<i>Environmental Protection And Sustainable Management Of The Okavango River Basin (EPSMO): Governance Review</i>
		<i>Vanderpost, C. and</i>	<i>Database and GIS design for an expanded Okavango Basin</i>

TDA Angola Subsídios para o conhecimento hidrogeológico

		<i>Dhliwayo, M.</i>	<i>Information System (OBIS)</i>
		<i>Veríssimo, Luis</i>	<i>GIS Database for the Environment Protection and Sustainable Management of the Okavango River Basin Project</i>
		<i>Wolski, P.</i>	<i>Assessment of hydrological effects of climate change in the Okavango Basin</i>
Country Reports Biophysical Series	Angola	<i>Andrade e Sousa, Helder André de</i>	<i>Análise Diagnóstica Transfronteiriça da Bacia do Rio Okavango: Módulo do Caudal Ambiental: Relatório do Especialista: País: Angola: Disciplina: Sedimentologia & Geomorfologia</i>
		<i>Gomes, Amândio</i>	<i>Análise Diagnóstica Transfronteiriça da Bacia do Rio Okavango: Módulo do Caudal Ambiental: Relatório do Especialista: País: Angola: Disciplina: Vegetação</i>
		<i>Gomes, Amândio</i>	<i>Análise Técnica, Biofísica e Socio-Económica do Lado Angolano da Bacia Hidrográfica do Rio Cubango: Relatório Final: Vegetação da Parte Angolana da Bacia Hidrográfica Do Rio Cubango</i>
		<i>Livramento, Filomena</i>	<i>Análise Diagnóstica Transfronteiriça da Bacia do Rio Okavango: Módulo do Caudal Ambiental: Relatório do Especialista: País: Angola: Disciplina: Macroinvertebrados</i>
		<i>Miguel, Gabriel Luís</i>	<i>Análise Técnica, Biofísica E Sócio-Económica do Lado Angolano da Bacia Hidrográfica do Rio Cubango: Subsídio Para o Conhecimento Hidrogeológico Relatório de Hidrogeologia</i>
		<i>Morais, Miguel</i>	<i>Análise Diagnóstica Transfronteiriça da Bacia do Rio Okavango (Okavango): Módulo da Avaliação do Caudal Ambiental: Relatório do Especialista País: Angola Disciplina: Ictiofauna</i>
		<i>Morais, Miguel</i>	<i>Análise Técnica, Biofísica e Sócio-Económica do Lado Angolano da Bacia Hidrográfica do Rio Cubango: Relatório Final: Peixes e Pesca Fluvial da Bacia do Okavango em Angola</i>
		<i>Pereira, Maria João</i>	<i>Qualidade da Água, no Lado Angolano da Bacia Hidrográfica do Rio Cubango</i>
		<i>Santos, Carmen Ivelize Van-Dúnem S. N.</i>	<i>Análise Diagnóstica Transfronteiriça da Bacia do Rio Okavango: Módulo do Caudal Ambiental: Relatório de Especialidade: Angola: Vida Selvagem</i>
		<i>Santos, Carmen Ivelize Van-Dúnem S.N.</i>	<i>Análise Diagnóstica Transfronteiriça da Bacia do Rio Okavango: Módulo Avaliação do Caudal Ambiental: Relatório de Especialidade: Angola: Aves</i>
	Botswana	<i>Bonyongo, M.C.</i>	<i>Okavango River Basin Technical Diagnostic Analysis: Environmental Flow Module: Specialist Report: Country: Botswana: Discipline: Wildlife</i>
		<i>Hancock, P.</i>	<i>Okavango River Basin Technical Diagnostic Analysis: Environmental Flow Module : Specialist Report: Country: Botswana: Discipline: Birds</i>
		<i>Mosepele, K.</i>	<i>Okavango River Basin Technical Diagnostic Analysis: Environmental Flow Module: Specialist Report: Country: Botswana: Discipline: Fish</i>
		<i>Mosepele, B. and Dallas, Helen</i>	<i>Okavango River Basin Technical Diagnostic Analysis: Environmental Flow Module: Specialist Report: Country: Botswana: Discipline: Aquatic Macro Invertebrates</i>
	Namibia	<i>Collin Christian & Associates CC</i>	<i>Okavango River Basin: Transboundary Diagnostic Analysis Project: Environmental Flow Assessment Module: Geomorphology</i>
		<i>Curtis, B.A.</i>	<i>Okavango River Basin Technical Diagnostic Analysis: Environmental Flow Module: Specialist Report Country: Namibia Discipline: Vegetation</i>
		<i>Bethune, S.</i>	<i>Environmental Protection and Sustainable Management of the Okavango River Basin (EPSMO): Transboundary Diagnostic Analysis: Basin Ecosystems Report</i>
		<i>Nakanwe, S.N.</i>	<i>Okavango River Basin Technical Diagnostic Analysis: Environmental Flow Module: Specialist Report: Country: Namibia: Discipline: Aquatic Macro Invertebrates</i>
		<i>Paxton, M.</i>	<i>Okavango River Basin Transboundary Diagnostic Analysis: Environmental Flow Module: Specialist Report: Country: Namibia: Discipline: Birds (Avifauna)</i>
		<i>Roberts, K.</i>	<i>Okavango River Basin Technical Diagnostic Analysis:</i>

TDA Angola Subsídios para o conhecimento hidrogeológico

			<i>Environmental Flow Module: Specialist Report: Country: Namibia: Discipline: Wildlife</i>
		Waal, B.V.	<i>Okavango River Basin Technical Diagnostic Analysis: Environmental Flow Module: Specialist Report: Country: Namibia: Discipline: Fish Life</i>
Country Reports Socioeconomic Series	Angola	Gomes, Joaquim Duarte	<i>Análise Técnica dos Aspectos Relacionados com o Potencial de Irrigação no Lado Angolano da Bacia Hidrográfica do Rio Cubango: Relatório Final</i>
		Mendelsohn, .J.	<i>Land use in Kavango: Past, Present and Future</i>
		Pereira, Maria João	<i>Análise Diagnóstica Transfronteiriça da Bacia do Rio Okavango: Módulo do Caudal Ambiental: Relatório do Especialista: País: Angola: Disciplina: Qualidade da Água</i>
		Saraiva, Rute et al.	<i>Diagnóstico Transfronteiriço Bacia do Okavango: Análise Socioeconómica Angola</i>
	Botswana	Chimbari, M. and Magole, Lapologang	<i>Okavango River Basin Trans-Boundary Diagnostic Assessment (TDA): Botswana Component: Partial Report: Key Public Health Issues in the Okavango Basin, Botswana</i>
		Magole, Lapologang	<i>Transboundary Diagnostic Analysis of the Botswana Portion of the Okavango River Basin: Land Use Planning</i>
		Magole, Lapologang	<i>Transboundary Diagnostic Analysis (TDA) of the Botswana p Portion of the Okavango River Basin: Stakeholder Involvement in the ODMP and its Relevance to the TDA Process</i>
		Masamba, W.R.	<i>Transboundary Diagnostic Analysis of the Botswana Portion of the Okavango River Basin: Output 4: Water Supply and Sanitation</i>
		Masamba, W.R.	<i>Transboundary Diagnostic Analysis of the Botswana Portion of the Okavango River Basin: Irrigation Development</i>
		Mbaiwa, J.E.	<i>Transboundary Diagnostic Analysis of the Okavango River Basin: the Status of Tourism Development in the Okavango Delta: Botswana</i>
		Mbaiwa, J.E. & Mmopelwa, G.	<i>Assessing the Impact of Climate Change on Tourism Activities and their Economic Benefits in the Okavango Delta</i>
		Mmopelwa, G.	<i>Okavango River Basin Trans-boundary Diagnostic Assessment: Botswana Component: Output 5: Socio-Economic Profile</i>
		Ngwenya, B.N.	<i>Final Report: A Socio-Economic Profile of River Resources and HIV and AIDS in the Okavango Basin: Botswana</i>
		Vanderpost, C.	<i>Assessment of Existing Social Services and Projected Growth in the Context of the Transboundary Diagnostic Analysis of the Botswana Portion of the Okavango River Basin</i>
	Namibia	Barnes, J and Wamunyima, D	<i>Okavango River Basin Technical Diagnostic Analysis: Environmental Flow Module: Specialist Report: Country: Namibia: Discipline: Socio-economics</i>
		Collin Christian & Associates CC	<i>Technical Report on Hydro-electric Power Development in the Namibian Section of the Okavango River Basin</i>
		Liebenberg, J.P.	<i>Technical Report on Irrigation Development in the Namibia Section of the Okavango River Basin</i>
		Ortmann, Cynthia L.	<i>Okavango River Basin Technical Diagnostic Analysis: Environmental Flow Module : Specialist Report Country: Namibia: discipline: Water Quality</i>
		Nashipili, Ndinomwaameni	<i>Okavango River Basin Technical Diagnostic Analysis: Specialist Report: Country: Namibia: Discipline: Water Supply and Sanitation</i>
		Paxton, C.	<i>Transboundary Diagnostic Analysis: Specialist Report: Discipline: Water Quality Requirements For Human Health in the Okavango River Basin: Country: Namibia</i>

*Environmental protection and sustainable management
of the Okavango River Basin*

EPSMO



Kavango River at Rundu, Namibia



GLOBAL ENVIRONMENT FACILITY
INVESTING IN OUR PLANET



OKACOM

Tel +267 680 0023 Fax +267 680 0024 Email okasec@okacom.org www.okacom.org
PO Box 35, Airport Industrial, Maun, Botswana