



**OKACOM**

*The Permanent Okavango River Basin Water Commission*

**Análise Diagnóstica Transfronteiriça da  
Bacia do Rio Okavango:  
Módulo do Caudal Ambiental  
Relatório do Especialista  
País: Angola  
Disciplina: Macroinvertebrados**

Filomena Livramento

Junho de 2009

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

**EPSMO**

# **Análise Diagnóstica Transfronteiriça da Bacia do Rio Okavango: Módulo do Caudal Ambiental**

## **Relatório do Especialista**

País: Angola

Disciplina: Macroinvertebrados

Autor: Filomena Livramento

Data: Junho de 2009

## RESUMO EXECUTIVO

A Bacia do Rio Okavango consiste de áreas drenadas pelos rios Cubango, Cutato, Cuchi, Cuelele, Cuelebe, e Cuito em Angola, o Rio Okavango na Namíbia e Botswana, e o Delta do Okavango. O presente estudo realizado na parte angolana da bacia teve como objectivo primário identificar os aspectos do ecossistema do rio para o qual serão previstas as mudanças associadas ao fluxo, e os indicadores que são necessários a fim de se fazerem essas previsões. Três locais de estudo foram seleccionados: rio Cuelebe em Capico (local 1), rio Cubango em Mucundi (local 2) e rio Cuito no Cuito Cuanavale (local 3). Foram identificados um total de seis indicadores tendo em conta o tipo de habitat disponível aos macroinvertebrados. As amostragens foram feitas em Outubro e Novembro de 2008 e Março de 2009. Os macroinvertebrados aquáticos foram amostrados com uma rede de mão quadrada com 30 cm de largura e rede de malha de 500 µm. Para o substracto rochoso a colecta dos macroinvertebrados foi realizada com o auxílio de uma pinça. A identificação foi feita com auxílio de bibliografia especializada.

Um total de 28 famílias foi registado nos 3 locais de estudo. Capico é o local que apresenta maior diversidade, seguida de Mucundi. Considerando os diferentes tipos de habitat, verifica-se que a vegetação marginal alberga uma maior variedade de taxa.

A maior abundância foi igualmente verificada em Capico, seguida de Mucundi. As amostragens realizadas em Outubro (início das chuvas) mostraram uma maior variedade e abundância em qualquer dos 3 locais de estudo.

## ÍNDICE DOS ASSUNTOS

RESUMO EXECUTIVO.....	3
LISTA DE TABELAS .....	6
LISTA DE IMAGENS.....	7
AGRADECIMENTOS.....	9
Às Doutoras Jackie King e Cate pelas orientações dadas e pelo material bibliográfico e de amostragem gentilmente cedidos.....	9
À toda a equipe da PMU que gentilmente contribuiu com o seu imprescindível apoio. ....	9
À Direcção da Faculdade de Ciências por ter permitido a realização deste trabalho.....	9
À Administração do Cuíto Cuanavale pelo apoio carinhosamente oferecido.....	9
Aos residentes do Capico e Mucundi pela sua prestimosa colaboração e sempre pronta ajuda.....	9
À equipe de trabalho do ACA pelo ambiente de companheirismo criado e pelo auxílio sempre presente. ....	9
INTRODUÇÃO .....	10
1.1 Antecedentes.....	10
1.2 Objectivos e Plano de Trabalho da ACA da Bacia do Okavango.....	10
1.2.1 Objectivos do Projecto.....	10
1.3 Disposição do presente relatório .....	11
2 ÁREA DE ESTUDO .....	12
2.1 Descrição da Bacia do Okavango .....	12
2.2 Delineamento da Bacia do Okavango em Unidades Integradas de Análise .....	13
2.3 Panorama geral dos locais.....	14
2.3.1 Local 1: Rio Cuebe em Capico .....	14
2.3.2 Local 2: Rio Cubango em Mucundi.....	14
2.3.3 Local 3: Rio Cuito no Cuito Cuanavale.....	15
2.4.2 Local 2: Mucundi.....	15
2.4.3 Local 3: Cuito-Cuanavale.....	15
3. IDENTIFICAÇÃO DE INDICADORES E .....	17
CATEGORIAS DE CAUDAIS.....	17
3.1 Indicadores.....	17
3.1.1 Introdução.....	17
3.1.2 Lista indicativa para Macroinvertebrados .....	17
3.1.3 Descrição e localização dos indicadores .....	18
3.3 Categorias de inundações – pontos do Delta .....	23
4. ANÁLISE DA BIBLIOGRAFIA .....	25
4.1 Introdução.....	25
4.2.1 Principais características do Indicador nº. 1 .....	25

4.2.2 Atributos do ciclo de vida do indicador nº. 1.....	25
4.3.1 Principais características do Indicador nº 2 – Simuliidae .....	26
4.3.2 Atributos do ciclo de vida do indicador nº. 2.....	26
4.4.1 Principais características do Indicador nº. 3 – Hydropsychidae .....	27
4.4.2 Atributos do ciclo de vida do indicador .....	27
4.5.1 Principais características do Indicador nº. 4 – Unionidae.....	27
4.5.2 Atributos do ciclo de vida do indicador nº. 4.....	28
4.6.1 Principais características do Indicador nº. 5 – Coenagrionidae.....	28
4.6.2 Atributos do ciclo de vida do indicador .....	28
4.7.1 Principais características do Indicador nº. 6 - Dytiscidae .....	28
4.7.2 Atributos do ciclo de vida do indicador .....	29
5. RECOLHA E ANÁLISE DE DADOS .....	30
5.1 Metodologia para recolha e análise de dados .....	30
5.2 Resultados .....	30
5.3 Um resumo do entendimento presente das respostas previstas de todos os indicadores (macroinvertebrados) as potenciais mudanças no regime de fluxo.....	31
Conclusão.....	40
6. RELAÇÃO DA CURVA DE RESPOSTA DOCAUDAL PARA USO NA ACASAD (SISTEMA DE APOIO DE TOMADA DE DECISÃO) DO OKAVANGO .....	41
7. REFERÊNCIAS.....	42
8. ANEXO A: DESCRIÇÃO COMPLETA DOS INDICADORES .....	44
SIMULIDAE.....	45
9. ANEXO B: DADOS BRUTOS .....	49

## LISTA DE TABELAS

Tabela 2. 1:	Localização dos três pontos da EFA em Angola .....	14
Tabela 3.1	Lista dos indicadores para macroinvertebrados e aqueles indicadores escolhidos para representarem cada local.....	18
Tabela 3.2	Questões a serem abordadas no Workshop de Captação de Conhecimentos, por indicador e por local. Para todos os efeitos, o 'natural' abarcará na totalidade a vasta gama da variabilidade natural.....	23
Tabela 3.3	Categorias de inundação para o Delta do Okavango conforme reconhecido pelo modelo de inundação do HOORC.....	24
Tabela 5.1	Respostas previstas à possíveis mudanças no regime de caudal de macroinvertebrados da vegetação marginal no ecossistema do Rio Okavango - Capico.....	32
Tabela 5.2	Respostas previstas à possíveis mudanças no regime de caudal de macroinvertebrados da vegetação marginal no ecossistema do Rio Okavango – Mucundi .....	33
Tabela 5.4	Respostas previstas à possíveis mudanças no regime de caudal de macroinvertebrados de rápidos no ecossistema do Rio Okavango – Mucundi.....	35
Tabela 5.5	Respostas previstas à possíveis mudanças no regime de caudal de macroinvertebrados de pedras e cascalho no ecossistema do Rio Okavando – Mucundi .....	36
Tabela 5.6	Respostas previstas à possíveis mudanças no regime de caudal de macroinvertebrados de sedimento fino no ecossistema do Rio Okavango – Capico.....	37
Tabela 5.7	Respostas previstas à possíveis mudanças no regime de caudal de macroinvertebrados da vegetação marginal da zona de inundação no ecossistema do Rio Okavango – Cuito Cuanavale .....	38

## LISTA DE IMAGENS

Imagem 2.1	Parte Superior da Bacia do Rio Okavango da nascente para o extremo norte do Delta .....	12
Imagem 2.2	A Bacia do Rio Okavango, mostrando a drenagem no Delta do Okavango e nos pântanos de Makgadikgadi.....	13
Imagem 3.1	Três anos representativos para o local 1: Rio Cuebe em Capico, que ilustram a divisão aproximada do regime do caudal em quatro estações de caudais .....	21
Imagem 3.2	Três anos representativos para o local 2: Rio Cubango em Mucundi, que ilustram a divisão aproximada do regime do caudal em quatro estações de caudais .....	21
Imagem 3.3	Três anos representativos para o local 3: Rio Cuito em Cuito Cuanavale, que ilustram a divisão aproximada do regime do caudal em quatro estações de caudais .....	22
Imagem 3.4	Três anos representativos para o local 4: Rio Okavango em Kapoka (dados hidrológicos obtidos da estação hidrométrica do Rundo), que ilustram a divisão aproximada do regime do caudal em quatro estações de caudais.....	22
Imagem 3.5	Três anos representativos para o local 5: Rio Okavango nos Rápidos de Popa (dados hidrologicos obtidos a partir da estação hidrométrica de Mukwe), que ilustram a divisão aproximada do regime do caudal em quatro estações de caudais .....	23

## ABREVIATURAS

ABREVIATURA	SIGNIFICADO
DTM (MDT)	Digital Terrain Model (Modelo Digital de Terreno)

## **AGRADECIMENTOS**

Às Doutoradas Jackie King e Cate pelas orientações dadas e pelo material bibliográfico e de amostragem gentilmente cedidos.

À toda a equipe da PMU que gentilmente contribuiu com o seu imprescindível apoio.

À Direcção da Faculdade de Ciências por ter permitido a realização deste trabalho.

À Administração do Cuíto Cuanavale pelo apoio carinhosamente oferecido.

Aos residentes do Capico e Mucundi pela sua prestimosa colaboração e sempre pronta ajuda.

À equipe de trabalho do ACA pelo ambiente de companheirismo criado e pelo auxílio sempre presente.

## INTRODUÇÃO

### 1.1 Antecedentes

Um Projecto de Protecção Ambiental e Gestão Sustentável da Bacia do Rio Okavango (PAGSO) está sendo implementado sob auspícios da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO). Uma das actividades inscritas no projecto é a realização de uma análise diagnóstica transfronteiriça (ADT) que visa o desenvolvimento de um Plano Estratégico de Acções para a bacia. A ADT consiste na análise de actuais e futuras causas de eventuais problemas transfronteiriços entre os três países membros da bacia, nomeadamente: Angola, Namíbia e Botswana. O Comité Directivo da Bacia de Okavango (OBSC) da Comissão da Bacia do Rio Okavango (OKACOM) notou durante a reunião do mês de Março em Windhoek, Namíbia, que os eventuais problemas futuros dentro do Rio Okavango ocorrerão mais provavelmente devido aos desenvolvimentos que modificarão os regimes de caudais. O OBSC ainda notou que existem informações inadequadas acerca dos efeitos físico-químicos, ecológicos e sócio-económicos desses possíveis desenvolvimentos. O OBSC recomendou nessa reunião que uma Avaliação do Caudal Ambiental (ACA) seja realizada para antecipar eventuais mudanças a serem causadas pelo desenvolvimento no regime do caudal do sistema do Rio Okavango, as mudanças ecológicas relacionadas, e os impactos consequentes sobre as populações que utilizam os recursos do rio.

A ACA é uma actividade conjunta do Projecto PAGSO e do Projecto Biokavango. Uma parte da ACA constará de uma série de estudos específicos do país por especialistas, dentre os quais o Relatório de Macroinvertebrados para Angola.

### 1.2 Objectivos e Plano de Trabalho da ACA da Bacia do Okavango

#### 1.2.1 Objectivos do Projecto

Os objectivos da ACA são:

apresentar uma síntese de toda a informação relevante sobre o sistema do Rio Okavango e seus utilizadores, e proceder a recolha de novos dados necessários dentro termos da ACA

fazer uso destas informações para apresentar cenários de possíveis cursos de desenvolvimento no futuro para apreciação dos decisores, permitindo que os decisores discutam e façam negociações em aspectos inerentes ao desenvolvimento sustentável da Bacia do Rio Okavango;

incluir em cada cenário o principal impacto ecológico positivo e negativo, recurso-económico e social dos desenvolvimentos em causa;

concluir esse conjunto de actividades como ACA piloto, devido às limitações de tempo, estes resultados servirão de contribuições para a ADT e uma futura ACA mais abrangente.

Os objectivos específicos são:

determinar em diferentes pontos ao longo do sistema do Rio Okavango, incluindo o Delta, os relacionamentos existentes entre o regime do caudal e a natureza ecológica e o funcionamento do ecossistema do rio;

determinar os relacionamentos existentes entre o ecossistema do rio e os modos de vida das populações ribeirinhas;

prever as eventuais mudanças causadas por desenvolvimentos no regime do caudal e consequentemente ao ecossistema do rio;

prever os impactos dessas mudanças do ecossistema do rio sobre os modos de vida das populações.

Fazer uso dos resultados da ACA com a melhoria da gestão da biodiversidade do Delta. Desenvolver capacidades para a realização das ACAs em Angola, no Botswana, e na Namíbia.

### 1.3 Disposição do presente relatório

O presente relatório diz respeito a ACA da Bacia do Okavango em Angola para a disciplina de macroinvertebrados.

O capítulo 1 apresenta um histórico, objectivos e plano de trabalho da ACA. Segue-se o capítulo 2 referente a aspectos relativos à área de estudo em que se faz a descrição da bacia, seu delineamento em unidades integradas de análise, localização e panorâmica geral dos locais de estudo em Angola, bem como da integridade destes locais.

A descrição e localização dos diferentes indicadores e a descrição das categorias de caudais são parte integrante do capítulo 3.

O capítulo 4 faz a análise bibliográfica com referência às principais características do indicador, sua ligação ao caudal e atributos do seu ciclo de vida, esta análise está complementada pelo anexo A. A recolha e análise de dados com indicação da metodologia aplicada e apresentação dos resultados é tratada no capítulo 5 com apresentação dos resultados numa tabel no anexo B.

O capítulo 6 inclui a relação da curva resposta do caudal para uso na ACA-SAD do Okavango.

## 2 ÁREA DE ESTUDO

### 2.1 Descrição da Bacia do Okavango

A Bacia do Rio Okavango consiste de áreas drenadas pelos rios Cubango, Cutato, Cuchi, Cuelei, Cuebe, e Cuito em Angola, o Rio Okavango na Namíbia e Botswana, e o Delta do Okavango (Imagem 2.1). Do ponto de vista topográfico, esta bacia inclui a área que foi drenada pelo actual Rio fóssil de Omatako na Namíbia. As descargas do Delta do Okavango são drenadas através dos rios Thamalakane e Boteti, este último aflui para a Bacia (Depressão) do Makgadikgadi. O Rio Nata, que drena a parte ocidental do Zimbabué, também aflui para a Bacia de Makgadikgadi. Assim, na base da topografia, a Bacia do Rio Okavango inclui a Bacia de Makgadikgadi e a Bacia do Rio Nata (Imagem 2.2). Entretanto, o presente estudo, se concentra em partes da bacia em Angola e na Namíbia, e no complexo do Rio Panhandle/Delta/Boteti no Botswana. As Bacias do Makgadikgadi e do Rio Nata não estão nele contemplados.

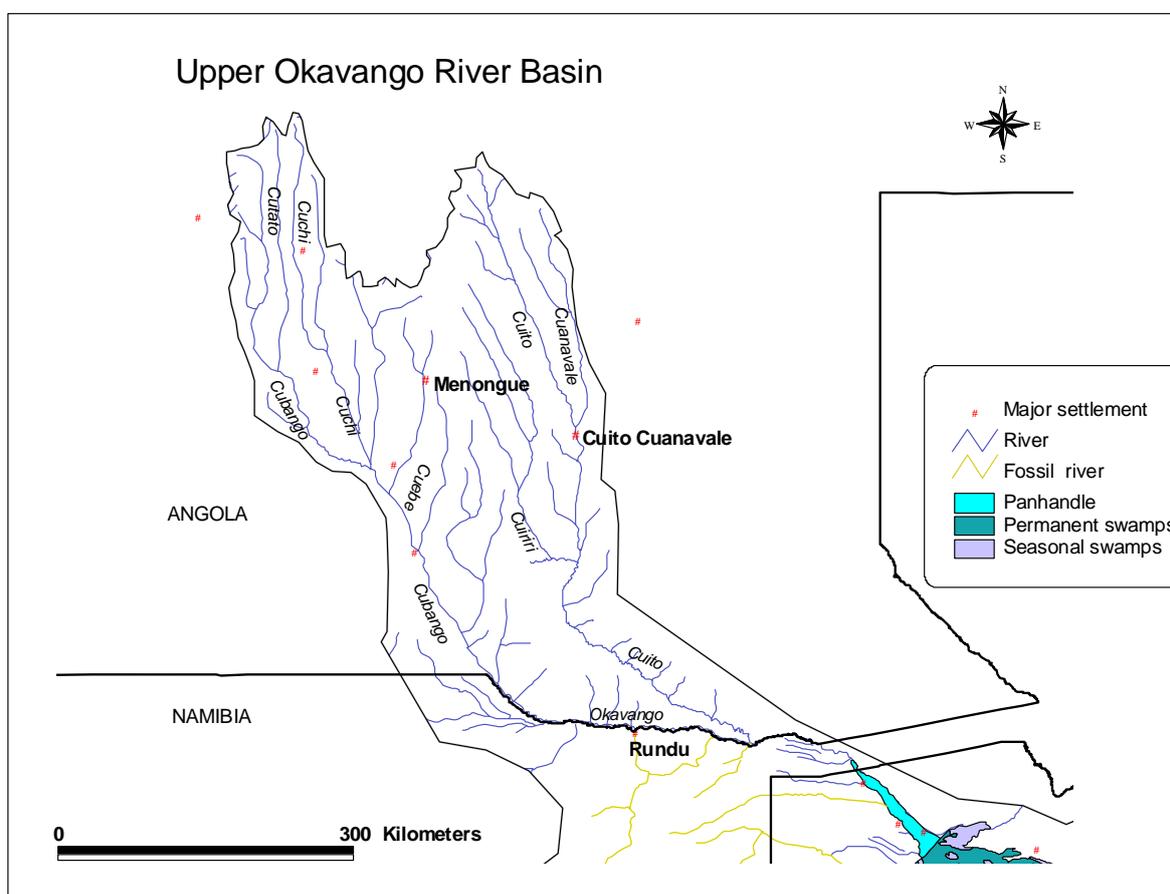


Imagem 2.1 Parte Superior da Bacia do Rio Okavango da nascente para o extremo norte do Delta



harmonização das zonas biofísicas do rio e as áreas sociais num conjunto de Unidades Integradas de Análise (UIAs).

As 19 UIAs reconhecidas foram em seguida apreciadas por cada equipa nacional como candidatas para a localização do número de sítios afectados dos locais de estudo:

Angola: três locais  
 Namíbia: dois locais  
 Botswana: três locais.

Os locais escolhidos pela equipa de Angola estão apresentados na **Error! Reference source not found.**

EFA Local No	País	Rio	Localização
1	Angola	Cuebe	Capico
2	Angola	Cubango	Mucundi
3	Angola	Cuito	Cuito Cuanavale

**Tabela 2. 1: Localização dos três pontos da EFA em Angola**

## 2.3 Panorama geral dos locais

### 2.3.1 Local 1: Rio Cuebe em Capico

Capico está localizado a 110 Km a sul do município de Menongue capital da provincia do Kuando Kubango. Tem como coordenadas geográficas: 15°33' Sul de latitude e 17°34' Este de longitude. A altitude da zona varia entre 1160 e 1250 metros.

O rio Cuebe, um dos afluentes do rio Cubango (Okavango) é a única fonte de água na área. Este serve as populações ribeirinhas, maioritariamente compostas pelo grupo étnico Ngangela. As povoações existentes nas imediações de Capico são: Massosse e Bitângua à Norte e Caindo à Sul.

Os principais modos de subsistência das populações provêm da prática da agricultura, pesca artesanal e caça.

A principal vegetação da área é do tipo bosques de *Burkea-Brachystegia*.

### 2.3.2 Local 2: Rio Cubango em Mucundi

O rio Cubango (Okavango) em Mucundi recebe as contribuições dos rios Cutato, Cuchi, Cuelei e Cuebe. Mucundi encontra-se a 192 quilómetros a Sul do município de Menongue, à jusante da povoação de Caindo. As suas coordenadas geográficas são: 16°13' Sul de latitude e 17°41' Este de longitude. A altitude da zona varia entre 1120 e 1250 metros. Está limitada a Norte pela povoação de Chimbueta e a Sul por Kendelela. A sua população pertence ao grupo étnico Ngangela. A principal vegetação da área é do tipo bosques *Burkea-Brachystegia*.

O rio Cubango é a principal fonte de água desta região servindo para a agricultura, pastorícia e actividades domésticas. A pesca, a caça e as actividades agro-pecuárias são as principais fontes de subsistência das populações.

### **2.3.3 Local 3: Rio Cuito no Cuito Cuanavale**

Cuito Cuanavale está situado na parte Leste da provincia do Kuando Kubango, a uma distância de 189 quilómetros da cidade de Menongue e a 3 quilómetros à jusante da confluência dos rios Cuito e Cuanavale. As suas coordenadas geográficas são: latitude - 15°10' Sul; longitude - 19°12' Este. A altitude da zona varia entre 1180 e 1250 metros. Tem como limites Sacalumbo à Noroeste, Chissamba à Nordeste, Bocota à Sul, Caripa à Sudoeste e Samungure à Sudeste. A principal vegetação da área é do tipo de bosques *Burkea-Brachystegia*.

A sua população pertence ao grupo étnico Ngangela e tem como principais modos de vida a agricultura, pesca artesanal e caça.

## **2.4. Descrição específica dos locais para Angola**

### **2.4.1 Local 1: Capico**

O rio Cuebe em Capico corre por um canal relativamente estreito, sinuoso com trechos rectilíneos. O leito do canal apresenta “pools” e áreas de águas mais rasas. As margens apresentam fundo lamacento associado à matéria orgânica e áreas de areia fina. Ambas margens apresentam-se colonizadas por vegetação diversa. As planícies de inundação são de área relativamente reduzida.

As raízes submersas da vegetação marginal conferem uma variedade de espaços físicos que são utilizados pela comunidade de macroinvertebrados como áreas de alimentação, refúgio, local para oviposição, viveiro protector para larvas. Estas áreas conferem protecção contra uma grande variedade de perturbações.

### **2.4.2 Local 2: Mucundi**

O rio Cubnago em Mucundi apresenta um canal muito sinuoso com alguns troços rectilíneos. O leito do rio é de substrato rochoso em áreas de correntes rápidas. Substrato arenoso ocorre em zonas de menor fluxo conformando os “pools”. As margens são de lama e matéria orgânica. A margem esquerda do rio apresenta-se amplamente inundada durante o pico da estação chuvosa permanecendo submersa parte da vegetação marginal. A margem direita apresenta uma forte elevação topográfica.

As zonas de corrente rápida são aproveitadas por invertebrados filtradores que colocam suas redes de captura (Trichoptera) ou aparelho bucal filtrador (Simuliidae) na direção do fluxo de forma a otimizar a obtenção de alimento.

Junto às margens, nas áreas de águas mais lentas verifica-se a acumulação de material de natureza vegetal (fragmentos de troncos e folhas) proporcionando local de alimento e refúgio para diferentes espécies de invertebrados.

### **2.4.3 Local 3: Cuito-Cuanavale**

O rio Cuito apresenta um canal a meandros com uma ampla planície de inundação coberta espaçadamente por vegetação rasteira que abriga ampla comunidade de macroinvertebrados. A vegetação desta planície apresenta-se completamente submersa durante o pico da estação chuvosa. O sedimento é de natureza lamacenta com uma camada de grande espessura.

### 2.4.4 Integridade do habitat dos locais em Angola

Os locais 1 e 2, Capico e Mucundi respectivamente, mostram pouca alteração dos habitats e biotas naturais, mantendo as funções do ecossistema inalteráveis. O local 3, Cuito Cuanavale, não apresenta modificações naturais. Considerando-se qualquer um dos diferentes graus de desenvolvimento (baixo, médio e alto), prevêem-se modificações acentuadas com perda do habitat natural, biota e funções do ecossistema para o local 1 (Capico). Para Mucundi e Cuito Cuanavale não se prevêem grandes modificações, mantendo-se quase inalteráveis as funções do ecossistema.

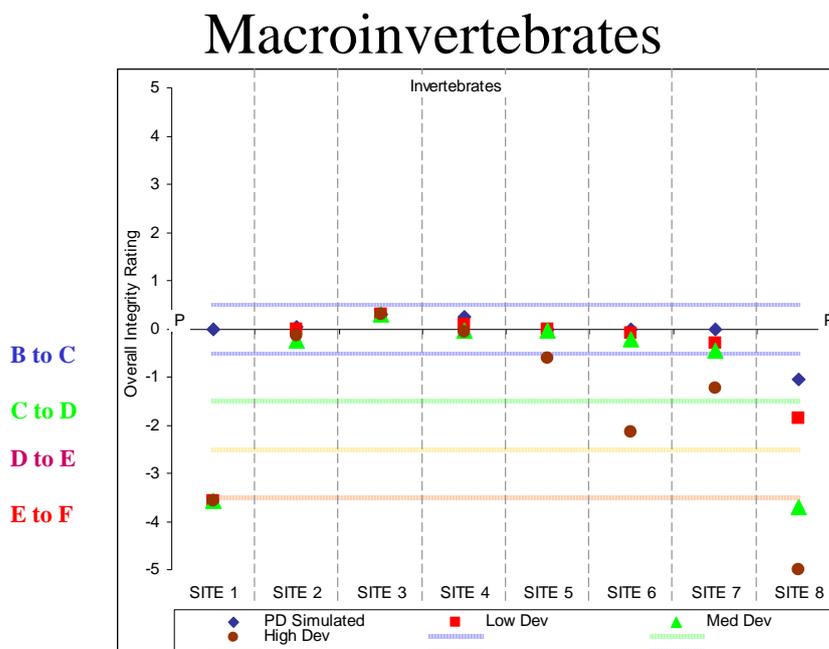


Imagem 2.3 Integridade do habitat 1

### **3. IDENTIFICAÇÃO DE INDICADORES E CATEGORIAS DE CAUDAIS**

#### **3.1 Indicadores**

##### **3.1.1 Introdução**

Os indicadores á biofísicos são atributos específicos da disciplina do sistema fluvial que respondem a uma mudança do caudal do rio mediante alteração da sua:

afluência;  
concentração; ou  
extensão (área).

Os indicadores sociais são atributos das estruturas sociais ligadas ao rio que respondem a mudanças na disponibilidade de recursos fluviais (conforme descrito pelos indicadores biofísicos).

Os indicadores são utilizados para caracterizar a situação actual e mudanças que ocorrerão nos caudais, provocadas pelos desenvolvimentos a ter lugar ao longo do rio.

Dentro de cada uma disciplina biofísica, os principais atributos podem ser agrupados se esperar-se que esses atributos respondam da mesma maneira ao regime caudal do rio. Por exemplo, espécies de peixes que se movem para as planícies sujeitas à inundações em quase mesma época e por mesmas razões de reprodução ou alimentação poderão ser agrupadas em Grupo de Peixes X.

##### **3.1.2 Lista indicativa para Macroinvertebrados**

**A fim de cobrir as principais características do sistema fluvial e seus utilizadores, ser julgados necessários vários indicadores. Contudo, para qualquer um dos locais o número de indicadores está limitado a dez (ou menos) de maneira a tornar possível gestão do processo. A lista completa dos indicadores foi elaborada pelos país na disciplina – Angola: Filomena Livramento, Botswana: Belda Mosepele e Shishani Nakanwe – conforme apresentado na**

Tabela 3.1. Outros detalhes de cada indicador, incluindo as espécies representativas de cada espécie biológica, estão apresentadas no Anexo A, e detalhados no Capítulo 0.

**Tabela 3.1 Lista dos indicadores para macroinvertebrados e aqueles indicadores escolhidos para representarem cada local**

Número do Indicador	Nome do indicador	Locais representados – não mais de dez indicadores por local							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	Comunidade de macroinvertebrados da vegetação marginal	X	X	X					
2	Comunidade de macroinvertebrados de rápidos		X						
3	Comunidade de macroinvertebrados em pedras e cascalho		X						
4	Comunidade de macroinvertebrados em sedimento fino	X							
5	Comunidade de macroinvertebrados da vegetação marginal de zonas de inundação			X					
6	Comunidade de macroinvertebrados de "pools"		X						

**3.1.3 Descrição e localização dos indicadores****Indicador macroinvertebrado nº 1**

Nome: Comunidade de macroinvertebrados da vegetação marginal

Descrição: Comunidade de macroinvertebrados da vegetação marginal nos locais 1, 2 e 3

Taxa representativos: Aeshnidae (Odonata)

Outros taxa representativos: Baetidae e Caenidae (Ephemeroptera)

Determinação da posição do caudal relacionado:

- As ninfas vivem por entre as macrófitas e os sedimentos, ou enterradas nos sedimentos superficiais

Necessidades conhecidas de água: Dependem da água para completar o seu ciclo de desenvolvimento

### **Indicador macroinvertebrado nº 2**

Nome: Comunidade de macroinvertebrados de rápidos

Descrição: Comunidade de macroinvertebrados de rápidos no local 2

Taxa representativos: Simuliidae

Determinação da posição do caudal relacionado: Geralmente encontrados no fundo preso a substratos duros como rochas.

Necessidades conhecidas de água: encontrados em áreas de fluxo rápido

### **Indicador macroinvertebrado nº 3**

Nome: Comunidade de macroinvertebrados em pedras e cascalho

Descrição: Comunidade de macroinvertebrados em pedras e cascalho no local 2

Taxa representativos: Hydropsychidae

Determinação da posição do caudal relacionado: encontrados geralmente por baixo de pedras

Necessidades conhecidas de água: dependem da água para realização das suas funções vitais

### **Indicador macroinvertebrado nº 4**

Nome: Comunidade de macroinvertebrados em sedimento fino

Descrição: Comunidade de macroinvertebrados em sedimento fino no local 1

Taxa representativos: Unionidae

Determinação da posição do caudal relacionado: Enterrado em fundos lodosos

Necessidades conhecidas de água: Dependem da água para realização das suas funções vitais

### **Indicador macroinvertebrado nº 5**

Nome: Comunidade de macroinvertebrados da vegetação marginal de zonas de inundação

Descrição: Comunidade de macroinvertebrados da vegetação marginal de zonas de inundação no local 3

Taxa representativos: Coenagrionidae

Determinação da posição do caudal relacionado: corrente junto á margem entre a vegetação

Necessidades conhecidas de água: Necessitam da água para completar o seu ciclo de desenvolvimento

### **Indicador macroinvertebrado nº 6**

Nome: Comunidade de macroinvertebrados de “pools”

Descrição: Comunidade de macroinvertebrados de “pools” no local 2

Taxa representativos: Dytiscidae

Determinação da posição do caudal relacionado: Encontra-se à superfície da água

Necessidades conhecidas de água: Necessitam da água para completar o seu ciclo de desenvolvimento

## **3.2 Categorias de caudais – sítios do rio**

Um dos principais pressupostos subjacentes ao processo da ACA a ser usado na ADT é que é possível identificar de diferentes maneiras as partes do regime do caudal que são ecologicamente relevantes e descrever sua natureza usando os registos hidrológicos históricos. Nesse contexto, um dos primeiros passos para qualquer rio no processo da ACA, é fazer consultas ao ecologista fluvial local a fim de identificar estas categorias mais importantes de caudais do ponto de vista ecológico. Este processo foi seguido durante o Workshop de Preparação realizado em Setembro de 2008 e quatro categorias de caudais foram acordadas para os locais da Bacia do rio Okavango:

Época seca (Dry)

Época de transição 1 (Trans 1)

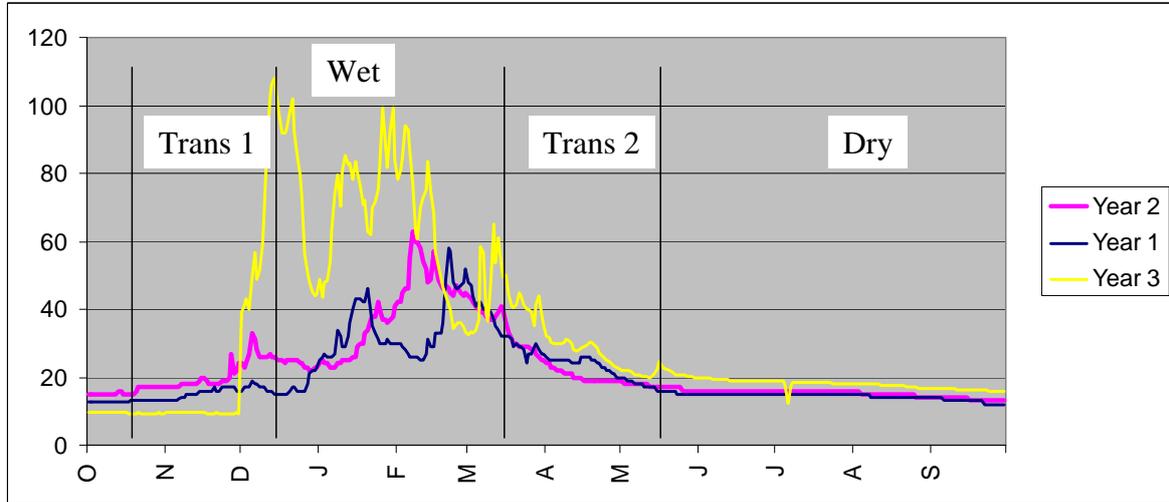
Época de inundações (Wet)

Época de transição 2. (Trans 2)

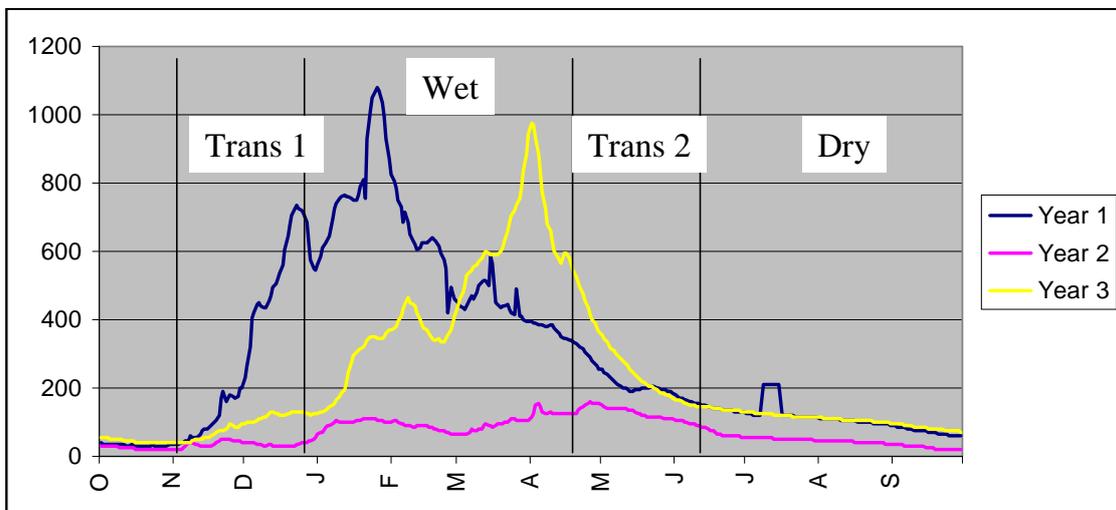
As divisões sazonais provisórias para os locais 1-5 do rio estão demonstradas na Imagem 3.5. Estas divisões sazonais serão formalizadas pela equipa de hidrologistas do projecto em forma de norma dentro do modelo hidrológico. A título provisório, eles providenciam

contribuições valiosas no regime do caudal do sistema fluvial, sugerindo uma alta variabilidade do caudal dentro do período de um ano, no Rio Cueba e uma alta variabilidade do Rio Cubango dentro do período de um ano.

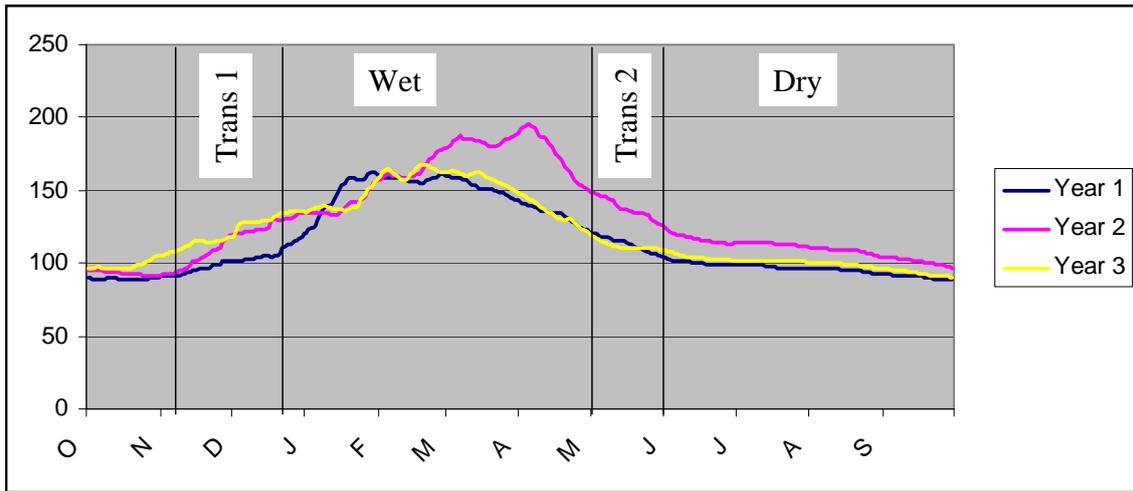
Planea-se utilizar caudais sazonais semelhantes para os restantes locais do rio: 6 e 8.



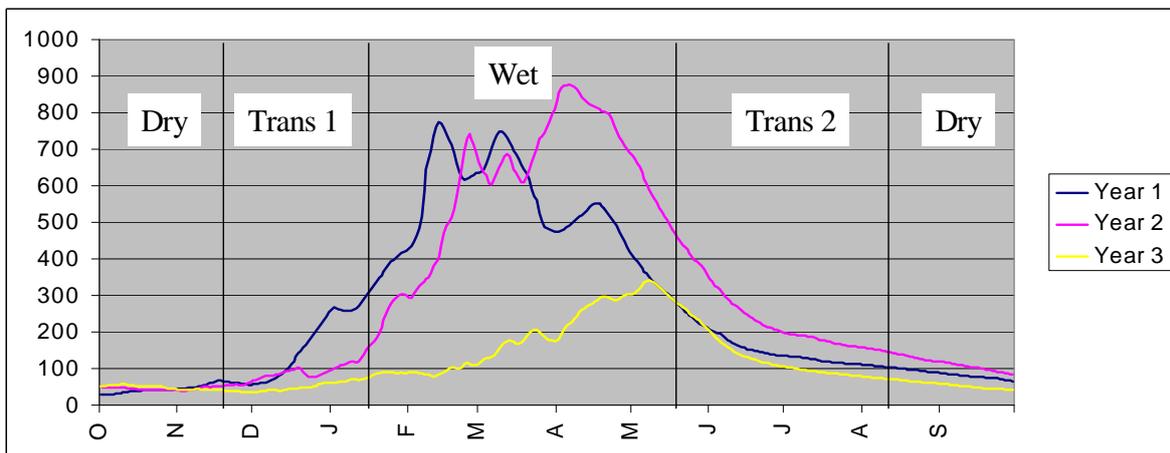
**Imagem 3.1** Três anos representativos para o local 1: Rio Cueba em Capico, que ilustram a divisão aproximada do regime do caudal em quatro estações de caudais



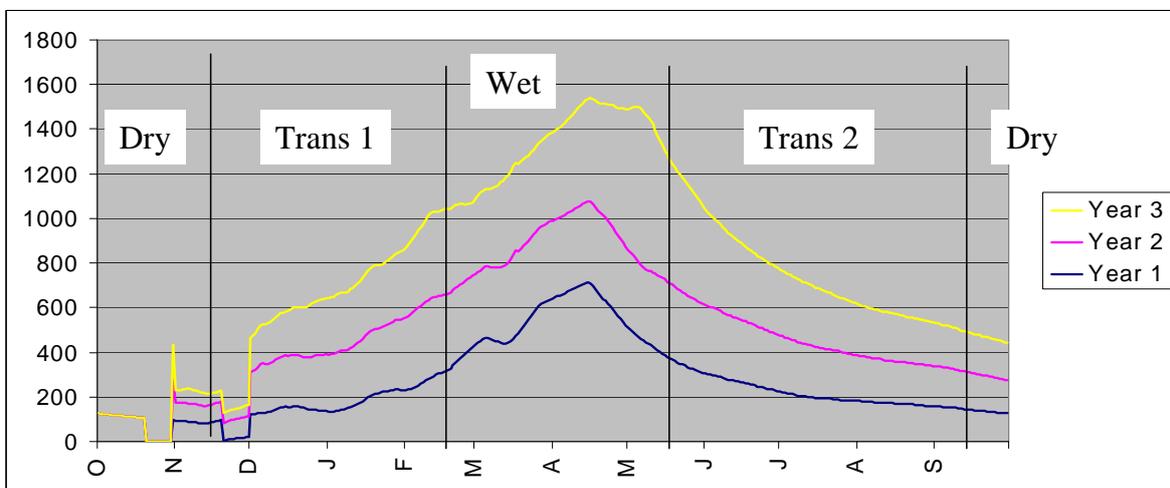
**Imagem 3.2** Três anos representativos para o local 2: Rio Cubango em Mucundi, que ilustram a divisão aproximada do regime do caudal em quatro estações de caudais



**Imagem 3.3** Três anos representativos para o local 3: Rio Cuito em Cuito Cuanavale, que ilustram a divisão aproximada do regime do caudal em quatro estações de caudais



**Imagem 3.4** Três anos representativos para o local 4: Rio Okavango em Kapoka (dados hidrológicos obtidos da estação hidrometrica do Rundo), que ilustram a divisão aproximada do regime do caudal em quatro estações de caudais



**Imagem 3.5 Três anos representativos para o local 5: Rio Okavango nos Rápidos de Popa (dados hidrológicos obtidos a partir da estação hidrométrica de Mukwe), que ilustram a divisão aproximada do regime do caudal em quatro estações de caudais**

A análise da bibliografia (Capítulo 0) e recolha de dados e os exercícios de análise (Capítulo 0) se concentra na abordagem do resultado inicialmente esperado a serem as nove principais perguntas relacionadas com estas estações de caudais (Tabela 3.2).

**Tabela 3.2 Questões a serem abordadas no Workshop de Captação de Conhecimentos, por indicador e por local. Para todos os efeitos, o ‘natural’ abará a totalidade a vasta gama da variabilidade natural**

Número da pergunta	Época	Resposta do indicador se:
1	Época Seca	O início ocorre mais cedo ou mais tarde que o modo/média natural
2		Os níveis das águas são mais altos ou baixo que o modo/média natural
3		Demora-se mais que o modo/médianatural
4	Transição 1	A duração é mais longa ou mais curta que o modo/média natural - i.e. a hidrografia torna-se mais escarpada ou de menor profundidade
5		Os fluxos são mais ou menos variáveis que o modo/média natural e assim como a sua extensão
6	Época de inundação	O início ocorre mais cedo ou mais tarde que o modo/média natural – a sincronização com a chuva poderá se alterar
7		Alterada a proporção natural dos diferentes tipos de inundações anuais
8	Transição 2	O início ocorre mais cedo ou mais tarde que o modo/média natural
9		A duração é mais longa ou mais curta que o modo/média natural – i.e. a hidrografia torna-se mais escarpada ou de menor profundidade

### 3.3 Categorias de inundação – pontos do Delta

As categorias reconhecidas de caudais do rio não são relevantes no Delta, onde portanto, a inundação é o principal propulsor da forma e do funcionamento do ecossistema. As principais categorias de inundação reconhecidas pelo modelo de inundação desenvolvido pelo Centro de Pesquisas Harry Oppenheimer do Delta Okavango (HOORC) são usados no presente documento (

Tabela 3.3).

**Tabela 3.3** Categorias de inunda o para o Delta do Okavango conforme reconhecido pelo modelo de inunda o do HOORC

<b>N�mero de categoria de inunda�o</b>	<b>Nome da categoria de inunda�o</b>	<b>Descri�o</b>

## 4. ANÁLISE DA BIBLIOGRAFIA

### 4.1 Introdução

A pesquisa bibliográfica centrou-se basicamente sobre os indicadores. A escassez de bibliografia constitui uma forte limitação na informação constante do presente relatório. O recurso à informação disponível na internet constituiu uma alternativa, porém os artigos de acesso livre são maioritariamente do Brasil, pouco ou quase nada tendo sido encontrado para África. Por este facto, boa parte da informação se restringe a trabalhos realizados naquele país, o que ainda assim se revelou altamente insuficiente. Nenhuma informação relativamente a macroinvertebrados foi encontrada para Angola.

### 4.2 Indicador nº1 – Comunidade de macroinvertebrados da vegetação marginal

#### 4.2.1 Principais características do Indicador nº. 1

Diversos índices de tolerância classificam os Odonata como organismos sensíveis à poluição. Estão associados a ambientes íntegros, restritos às águas com um conteúdo de oxigénio relativamente elevado e diminuindo seu número em áreas degradadas ((Roback, 1974 in Wetzel, 1993).

As ninfas de Odonata vivem associadas à vegetação marginal que lhes servem de protecção contra os predadores (peixes, etc) e esconderijo para a caça. O tamanho reduzido destes organismos permite-lhes encontrar refúgio entre as ramificações das raízes em eventos de cheias e correntezas mais fortes (Lara & Dubiasky-Silva, 2007)

A restrição dos Odonata e Ephemeroptera a águas com um conteúdo de oxigénio relativamente elevado faz destes, importantes indicadores do sistema fluvial.

A família Baetidae está associada a ambientes moderadamente degradados.

#### 4.2.2 Atributos do ciclo de vida do indicador nº. 1

Odonata – os ovos fecundados são depositados na água, em substractos dentro ou perto da água ou dentro de partes submersas da vegetação. As ninfas emergem duas a cinco semanas após a deposição dos ovos; sofrem entre 10 e 20 mudas num período compreendido entre cinco semanas e cinco anos. As ninfas maduras tornam-se adultos de vida aérea.

Ephemeroptera – A cópula ocorre durante o vôo. Os ovos fecundados são depositados na água ou sobre objectos submersos.

A eclosão ocorre entre alguns dias e muitas semanas após a deposição dos ovos fecundados. Ocorrem entre 10 e 40 mudas durante um ciclo de vida médio de cerca de um ano. A forma adulta é alcançada gradualmente com mudas sucessivas – metamorfose gradual ou incompleta (desenvolvimento hemimetábolo).

Espécies de regiões tropicais e sub-tropicais geralmente formam duas a várias gerações por ano tendo um estágio muito curto de vida aquática.

### 4.2.3 Ligação ao caudal

As espécies de Aeshnidae vivem debaixo de pedras em zonas de correntes rápidas ou lentas. São muito sensíveis à poluição.

Os Baetidae são encontrados entre rochas, plantas ou areia grosseira em zonas de corrente moderadamente rápidas. Apresentam adaptações morfológicas que os impedem de serem levados em águas de maior corrente.

Os membros da família Caenidae habitam pedras ou áreas lodosas em áreas de fluxo lento ou muito lento (Gerber & Gabriel, 2002).

## 4.3 Indicador nº2 – Comunidade de macroinvertebrados de rápidos

### 4.3.1 Principais características do Indicador nº 2 – Simuliidae

Este indicador caracteriza-se pelo facto de algumas espécies serem vectores da oncocercose, doença causada por um verme filaróide que produz grandes tumores subcutâneos. As fêmeas são hematófagas de mamíferos e de aves (Borror & DeLong, 1969).

As formas imaturas desenvolvem-se em águas oxigenadas e estão bem adaptadas a águas de fluxo rápido sendo a ausência de águas correntes um factor limitante na sua distribuição regional. O fluxo rápido proporciona o alimento e elevada oxigenação da água da qual dependem. (Day *et al*, 2002).

A dependência destes organismos a águas de fluxo rápido e bem oxigenadas aliada ao facto de serem agentes transmissores de doenças, faz deles importantes indicadores para o sistema fluvial.

Diversos impactos ambientais podem contribuir para o desequilíbrio populacional dos simulídeos, como as alterações no leito dos rios, o uso e a ocupação dos solos das suas margens e a destruição da vegetação ciliar nativa podendo resultar no aumento populacional de algumas espécies e na eliminação de predadores naturais (Strieder *et al* 2006)

### 4.3.2 Atributos do ciclo de vida do indicador nº. 2

Os ovos são depositados pela fêmea na vegetação logo abaixo da superfície da água. As larvas emergem e fixam-se a pedras e outros objectos por um disco de fixação situado na extremidade posterior do corpo. Algumas larvas de Simuliidae são filtradoras retirando o alimento da corrente de água. A larva passa por diversos estágios antes de se formar a pupa. Esta forma-se no interior de estojos cónicos presos a vegetação ou objectos na água. (De Moor, 2002). Os adultos emergem da pupa e em algumas espécies ocorre o acasalamento logo em seguida. O tempo de duração do ciclo de vida é variável em função da espécie e da temperatura da água.

#### **4.3.3 Ligação ao caudal**

Simuliidae são encontrados em correntes rápidas aderidos a substractos submersos, como rocha ou vegetação (Merrit & Cummins, 1984).

### **4.4 Indicador nº3 – Comunidade de macroinvertebrados de pedras e cascalho**

#### **4.4.1 Principais características do Indicador n.º 3 – Hydropsychidae**

As larvas constroem um abrigo de areia, pedrinhas ou detritos e no interior deste ocorre a sua transformação em pupa. Próximo ao abrigo tecem uma rede voltada para a corrente, que aprisiona os materiais dos quais se alimenta (Borror & DeLong, 1969)

#### **4.4.2 Atributos do ciclo de vida do indicador**

Os ovos são colocados sobre a vegetação ou sobre substractos debaixo de água, demorando o seu desenvolvimento de uma a sete semanas. Após uma a sete mudas forma-se a pupa. O estado de pupa dura geralmente algumas semanas, após as quais sai do casulo, desloca-se para um substracto aéreo e emerge na forma adulta.

#### **4.4.3 Ligação ao caudal**

Encontrado preferencialmente em locais de fluxo muito rápido. (Gerber & Gabriel)

### **4.5 Indicador nº4 – Comunidade de macroinvertebrados de sedimentos finos**

#### **4.5.1 Principais características do Indicador nº. 4 – Unionidae**

Os membros desta família são usados para alimentação, pelas populações ribeirinhas. São animais filtradores que retiram continuamente partículas alimentares da água. Jogam um papel fundamental na ecologia do ecossistema porque participam na decomposição dos detritos e mantêm sob controlo as populações bacterianas e planctónicas.

Unionidae são considerados bons indicadores da qualidade da água. No processo de alimentação por filtração acumulam em seus tecidos os poluentes da água até níveis de concentração letais. Uma drástica redução da população é indicação de má qualidade da água (Winhold, 2004)

Elevadas concentrações populacionais dependem de correntes rápidas para sobrevivência. Durante períodos de fluxo lento ou nulo, elevadas densidades populacionais causam rápida depleção de oxigénio dissolvido e suprimento alimentar levando à morte destes e outros organismos.

Alterações no leito do rio conducentes à deposição de sedimentos finos colmatam o substracto impedindo o desenvolvimento dos juvenis.

As características acima apontadas são determinantes na escolha desta comunidade como um indicador fluvial.

#### **4.5.2 Atributos do ciclo de vida do indicador nº. 4**

Os ovos são incubados entre as lamelas branquiais onde se desenvolvem na larva gloquídeo. A larva tem existência parasitária em peixes que servem de agentes de dispersão para estas espécies. Esta fase dura de dez a trinta dias após as quais os juvenis abandonam o hospedeiro terminando o desenvolvimento no sedimento. A maioria das espécies parasita mais de uma espécie de peixe (Barnes, 1996)

#### **4.5.3 Ligação ao caudal**

Habitam substratos lodosos.

### **4.6 Indicador nº 5 – Comunidade de macroinvertebrados da vegetação marginal de zonas de inundação**

#### **4.6.1 Principais características do Indicador nº. 5 – Coenagrionidae**

Diversos índices de tolerância classificam os Odonata como organismos sensíveis à poluição. Estão associados a ambientes íntegros, restritos às águas com um conteúdo de oxigénio relativamente elevado (Roback, 1974 in Wetzel, 1993) e diminuindo seu número em áreas degradadas, o que faz deste grupo um indicador do sistema fluvial.

#### **4.6.2 Atributos do ciclo de vida do indicador**

A oviposição ocorre em série; neste processo a fêmea coloca-se à superfície da água e submerge o abdómen no seu interior. Os ovos são depositados entre a vegetação submersa.

#### **4.6.3 Ligação ao caudal**

Ocorrem em águas correntes e paradas

### **4.7 Indicador nº 6 – Comunidade de macroinvertebrados de “pools”**

#### **4.7.1 Principais características do Indicador nº. 6 - Dytiscidae**

Os Dytiscidae alimentam-se de pequenos animais aquáticos, incluindo peixes. Para respirarem vêm à tona da água captar o oxigénio, mas podem permanecer submersos por longos períodos porque carregam ar em uma câmara situada sob os élitros (Borror & Delong, 1969). As larvas absorvem principalmente oxigénio dissolvido na água. Larvas e adultos são carnívoros alimentando-se inclusive de pequenos peixes. Referidos como muito tolerantes à poluição

#### **4.7.2 Atributos do ciclo de vida do indicador**

A postura é feita na superfície de plantas aquáticas ou de outros suportes, ou no interior dos tecidos das plantas (postura endofítica). Quando a larva completa o desenvolvimento, desloca-se até à margem húmida onde se enterra, preparando uma célula subterrânea dentro da qual se metamorfosea em pupa.

#### **4.7.3 Ligação ao caudal**

Encontram-se preferencialmente em áreas de fluxo lento.

#### **4.8 Resumo**

É de certa forma frustrante a realização de um relatório desta natureza sem informação que se possa considerar satisfatória. A pouca informação a que se conseguiu aceder é muito generalizada e não abarca aquilo que se tem como objectivo. Relativamente ao conhecimento dos nossos rios há ainda muito ou quase tudo por se fazer.

## 5. RECOLHA E ANÁLISE DE DADOS

### 5.1 Metodologia para recolha e análise de dados

As visitas ao campo com recolha de amostras nos 3 locais de estudo foram efectuadas em Outubro e Novembro de 2008 e Março de 2009.

A amostragem foi realizada com uma rede de mão quadrada com 30 cm de largura e rede de malha de 500 µm. Estas foram realizadas nos diferentes tipos de habitats encontrados em cada rio.

A amostragem foi feita por movimentação da rede de mão com a boca voltada em direcção a montante. O substracto foi revolvido com a própria rede para desalojamento dos macroinvertebrados. Para o substracto rochoso a colecta dos macroinvertebrados foi realizada com o auxílio de uma pinça.

As amostras foram vertidas para um tabuleiro de plástico branco para separação e identificação dos grupos taxonómicos até ao nível de família com auxílio do manual de identificação de campo de Gerber & Gabriel, 2002. O material cuja identificação no campo não foi possível foi conservado em frascos com álcool a 70% devidamente etiquetados e posteriormente identificados em laboratório com o auxílio de uma lupa binocular.

### 5.2 Resultados

Com base na diversidade de habitats encontrados nos diferentes locais de estudo, foram definidos seis indicadores macroinvertebrados. O rio Cubango no Mucundi é o que oferece maior diversidade de habitats e consequentemente maior número de indicadores relativamente aos outros dois locais estudados.

A comunidade de macroinvertebrados da vegetação marginal (indicador nº1) representada pelos Odonata revela-se a mais rica em diversidade e número relativamente aos outros indicadores. Os Odonata são sensíveis à poluição e restritos a águas com elevado conteúdo em oxigénio, o que nos leva a inferir a boa qualidade da água dos três locais de estudo.

As comunidades de macroinvertebrados em rápidos (indicador nº2) e em pedras e cascalho (indicador nº3) são restritos ao rio Cubango em Mucundi que se caracteriza por apresentar correntes rápidas. O indicador nº. 2, representado pelos dípteros da família Simuliidae e o nº. 3 pelos tricópteros Hydropsychidae estão bem adaptados a áreas de fluxo rápido. Unionidae representa a comunidade de macroinvertebrados de sedimentos finos (indicador nº 4). Registada apenas no rio Cuebe em Capico, é usada como alimento pela população local.

O indicador nº. 5 – comunidade de macroinvertebrados da vegetação marginal de zonas de inundação – representada pelos odonata da família Coenagrionidae, restringe-se ao rio

Cuito no Cuito Cuanavale, área que apresenta extensa planície de inundação. Tal como foi acima referido, os odonata estão associados a água com elevados conteúdos de oxigénio e a ambientes íntegros.

A comunidade de macroinvertebrados de “pools” define o indicador nº. 6 representado pelos coleópteros da família Dytiscidae, está restrita ao rio Cubango em Mucundi.

Um total de 28 famílias foi registado nos 3 locais de estudo. Capico é o local que apresenta maior diversidade, seguida de Mucundi. Considerando os diferentes tipos de habitat, verifica-se que a vegetação marginal alberga uma maior variedade de taxa. Seguem-se os habitat de pedras e cascalho, vegetação marginal de zonas húmidas, sedimentos finos e por fim “pools”. A maior abundância foi igualmente verificada em Capico, seguida de Mucundi. As amostragens realizadas em Outubro (início das chuvas) mostraram uma maior variedade e abundância em qualquer dos 3 locais de estudo.

As amostragens feitas em Março revelaram-se mais pobres relativamente às anteriores. Nesta altura as margens encontravam-se completamente inundadas recobrando uma grande parte da vegetação marginal em Capico e Mucundi.

Os resultados parecem concordar com o de vários estudos que apontam diminuição da fauna de macroinvertebrados como um todo, em épocas de chuva devido a desestabilização dos ambientes pelas enxurradas comuns nestes períodos (Kikuchi & Uieda, 1998).

Em Mucundi, no mês de Março não foi possível fazer a amostragens nas pedras por estas estarem completamente submersas. No Cuito Cuanavale a vegetação da extensa planície de inundação encontrava-se igualmente submersa.

### **5.3 Um resumo do entendimento presente das respostas previstas de todos os indicadores (macroinvertebrados) as potenciais mudanças no regime de fluxo**

## 5.3.1 Indicador nº. 1 Comunidade de Macroinvertebrados da vegetação marginal

Tabela 5.1 Respostas previstas à possíveis mudanças no regime de caudal de macroinvertebrados da vegetação marginal no ecossistema do Rio Okavango - Capico

Pergunta nº	Época	Possível mudança de caudal	Resposta prevista do indicador	Confiança na previsão (bastante baixa, baixa, média, alta)
1	Época Seca	O início ocorre mais cedo ou mais tarde que o natural	Não afecta	Alta
2		Os níveis das águas são mais altos ou mais baixos que o natural	Níveis mais baixos vão levar a mudanças para fora do natural	Alta
3		Estende-se por mais tempo que o natural	Conduz a mudanças para fora do natural (redução da população)	Alta
4	Transição 1	A duração é mais longa ou mais curta que o natural - i.e. hidrografia torna-se mais escarpada ou de menor profundidade	Não afecta	Alta
5		Os caudais são mais ou menos variáveis que o natural	Não afecta	Alta
6	Época de inundação	O início ocorre mais cedo ou mais tarde que o natural – a sincronização com a chuva poderá ser alterada	Não afecta	Alta
7		Alterada a proporção natural dos diferentes tipos de inundações anuais	Alterações pouco significativas	Alta
8	Transição 2	O início ocorre mais cedo ou mais tarde que o natural	Não afecta	Alta
9		A duração é mais longa ou mais curta que o natural – i.e. hidrografia torna-se mais escarpada ou de menor profundidade	Não afecta	Alta

**Tabela 5.2 Respostas previstas à possíveis mudanças no regime de caudal de macroinvertebrados da vegetação marginal no ecossistema do Rio Okavango – Mucundi**

Pergunta nº	Época	Possível mudança de caudal	Resposta prevista do indicador	Confiança na previsão (bastante baixa, baixa, média, alta)
1	Época Seca	O início ocorre mais cedo ou mais tarde que o natural	Não afecta	Alta
2		Os níveis das águas são mais altos ou mais baixos que o natural	Níveis mais baixos vão levar a uma redução da população	Alta
3		Estende-se por mais tempo que o natural	Redução da população	Alta
4	Transição 1	A duração é mais longa ou mais curta que o natural - i.e. hidrografia torna-se mais escarpada ou de menor profundidade	Não afecta	Alta
5		Os caudais são mais ou menos variáveis que o natural	Não afecta	Alta
6	Época de inundação	O início ocorre mais cedo ou mais tarde que o natural – a sincronização com a chuva poderá ser alterada	Não afecta	Alta
7		Alterada a proporção natural dos diferentes tipos de inundações anuais	Acima da média leva ao afastamento do natural	Alta
8	Transição 2	O início ocorre mais cedo ou mais tarde que o natural	Não afecta	Alta
9		A duração é mais longa ou mais curta que o natural – i.e. hidrografia torna-se mais escarpada ou de menor profundidade	Não afecta	Alta

**Tabela 5.3 Respostas previstas à possíveis mudanças no regime de caudal de macroinvertebrados da vegetação marginal no ecossistema do Rio Okavango – Cuito Cuanavale**

Pergunta nº	Época	Possível mundaça de caudal	Resposta prevista do indicador	Confiança na previsão (bastante baixa, baixa, média, alta)
1	Época Seca	O início ocorre mais cedo ou mais tarde que o natural	Não afecta	Alta
2		Os níveis das águas são mais altos ou mais baixos que o natural	Níveis mais baixos vão levar ao afastamento do natural. Níveis acima da média levam em direcção ao natural.	Alta
3		Estende-se por mais tempo que o natural	Não afecta	Alta
4	Transição 1	A duração é mais longa ou mais curta que o natural - i.e. hidrografia torna-se mais escarpada ou de menor profundidade	Não afecta	Alta
5		Os caudais são mais ou menos variáveis que o natural	Não afecta	Alta
6	Época de inundação	O início ocorre mais cedo ou mais tarde que o natural – a sincronização com a chuva poderá ser alterada	Não afecta	Alta
7		Alterada a proporção natural dos diferentes tipos de inundações anuais	Não afecta de forma significativa.	Alta
8	Transição 2	O início ocorre mais cedo ou mais tarde que o natural	Não afecta	Alta
9		A duração é mais longa ou mais curta que o natural – i.e. hidrografia torna-se mais escarpada ou de menor profundidade	Não afecta	Alta

## 5.3.2 Indicador nº. 2 - Comunidade de macroinvertebrados de rápidos

Tabela 5.3 Respostas previstas à possíveis mudanças no regime de caudal de macroinvertebrados de rápidos no ecossistema do Rio Okavango – Mucundi

Pergunta nº	Época	Possível mudança de caudal	Resposta prevista do indicador	Confiança na previsão (bastante baixa, baixa, média, alta)
1	Época Seca	O início ocorre mais cedo ou mais tarde que o natural	Não afecta	Alta
2		Os níveis das águas são mais altos ou mais baixos que o natural	Não afecta	Média
3		Estende-se por mais tempo que o natural	Afecta de forma pouco significativa	Média
4	Transição 1	A duração é mais longa ou mais curta que o natural - i.e. hidrografia torna-se mais escarpada ou de menor profundidade	Não afecta	Alta
5		Os caudais são mais ou menos variáveis que o natural	Não afecta	Alta
6	Época de inundação	O início ocorre mais cedo ou mais tarde que o natural – a sincronização com a chuva poderá ser alterada	Não afecta	Alta
7		Alterada a proporção natural dos diferentes tipos de inundações anuais	Volumes mínimos resultam em mudanças em direcção ao natural; volumes máximos, em direcção oposta	Média
8	Transição 2	O início ocorre mais cedo ou mais tarde que o natural	Não afecta	Alta
9		A duração é mais longa ou mais curta que o natural – i.e. hidrografia torna-se mais escarpada ou de menor profundidade	Não afecta	

## 5.3.3 Indicador nº. 3 – Comunidade de macroinvertebrados de pedras e cascalho

Tabela 5.4 Respostas previstas à possíveis mudanças no regime de caudal de macroinvertebrados de pedras e cascalho no ecossistema do Rio Okavando – Mucundi

Pergunta nº	Época	Possível mudança de caudal	Resposta prevista do indicador	Confiança na previsão (bastante baixa, baixa, média, alta)
1	Época Seca	O início ocorre mais cedo ou mais tarde que o natural	Não afecta	
2		Os níveis das águas são mais altos ou mais baixos que o natural	Níveis mais baixos resultam em perda de população. Esta depende de fluxos de água rápidos para a alimentação.	
3		Exsede-se por mais tempo que o natural	Não afecta	
4	Transição 1	A duração é mais longa ou mais curta que o natural - i.e. hidrografia torna-se mais escarpada ou de menor profundidade	Não afecta	
5		Os caudais são mais ou menos variáveis que o natural	Não afecta	
6	Época de inundação	O início ocorre mais cedo ou mais tarde que o natural – a sincronização com a chuva poderá ser alterada	Não afecta	
7		Alterada a proporção natural dos diferentes tipos de inundações anuais	Não afecta	
8	Transição 2	O início ocorre mais cedo ou mais tarde que o natural	Não afecta	
9		A duração é mais longa ou mais curta que o natural – i.e. hidrografia torna-se mais escarpada ou de menor profundidade	Não afecta	

**Indicador nº. 4 – Comunidade de macroinvertebrados de sedimentos finos****Tabela 5.5 Respostas previstas à possíveis mudanças no regime de caudal de macroinvertebrados de sedimento fino no ecossistema do Rio Okavango – Capico**

Pergunta nº	Época	Possível mundaça de caudal	Resposta prevista do indicador	Confiança na previsão (bastante baixa, baixa, média, alta)
1	Época Seca	O início ocorre mais cedo ou mais tarde que o natural	Não afecta	Alta
2		Os níveis das águas são mais altos ou mais baixos que o natural	Níveis de água abaixo do normal levam a um forte decréscimo da população por: redução dos recursos alimentares; maior tempo de exposição aos seus pedradores; menor disponibilidade de oxigénio; inviabilidade na renovação da população por falta de espécies hospedeiras das formas larvares. Níveis mais altos não afecta.	Alta
3		Estende-se por mais tempo que o natural	Conduz a mudanças para fora do natural	Média
4	Transição 1	A duração é mais longa ou mais curta que o natural - i.e. hidrografia torna-se mais escarpada ou de menor profundidade	Não afecta	Alta
5		Os caudais são mais ou neos variáveis que o natural	Mudanças pouco significativas	Alta
6	Época de inundação	O início ocorre mais cedo ou mais tarde que o natural – a sincronização com a chuva poderá ser alterada	Não afecta	Alta
7		Alterada a proporção natural dos diferentes tipos de inundações anuais	Não afecta	Alta
8	Transição 2	O início ocorre mais cedo ou mais tarde que o natural	Não afecta	Alta
9		A duração é mais longa ou mais curta que o natural – i.e. hidrografia torna-se mais escarpada ou de menor profundidade	Não afecta	Alta

## 5.3.5 Indicador nº. 5 – Comunidade de macroinvertebrados da vegetação marginal da zona de inundação

Tabela 5.6 Respostas previstas à possíveis mudanças no regime de caudal de macroinvertebrados da vegetação marginal da zona de inundação no ecossistema do Rio Okavango – Cuito Cuanavale

Pergunta nº	Época	Possível mudança de caudal	Resposta prevista do indicador	Confiança na previsão (bastante baixa, baixa, média, alta)
1	Época Seca	O início ocorre mais cedo ou mais tarde que o natural	Não afecta	Alta
2		Os níveis das águas são mais altos ou mais baixos que o natural	Não afecta	Alta
3		Estende-se por mais tempo que o natural	Não afecta	Baixa
4	Transição 1	A duração é mais longa ou mais curta que o natural - i.e. hidrografia torna-se mais escarpada ou de menor profundidade	Não afecta	Alta
5		Os caudais são mais ou menos variáveis que o natural	Não afecta	Alta
6	Época de inundação	O início ocorre mais cedo ou mais tarde que o natural – a sincronização com a chuva poderá ser alterada	Não afecta	Alta
7		Alterada a proporção natural dos diferentes tipos de inundações anuais	Caudais mínimos conduzem para fora do natural. Caudais maiores conduzem em direcção ao natural	Alta
8	Transição 2	O início ocorre mais cedo ou mais tarde que o natural	Não afecta	Alta
9		A duração é mais longa ou mais curta que o natural – i.e. hidrografia torna-se mais escarpada ou de menor profundidade	Não afecta	Alta

## 5.3.6 Indicador nº. 6 – Comunidade de macroinvertebrados de “pools”

**Tabela 5. 1.8: Respostas previstas à possíveis mudanças no regime de caudal de macroinvertebrados de “pools” no ecossistema do Rio Okavando – Mucundi**

Pergunta nº	Época	Possível mudança de caudal	Resposta prevista do indicador	Confiança na previsão (bastante baixa, baixa, média, alta)
1	Época Seca	O início ocorre mais cedo ou mais tarde que o natural	Não afecta	Alta
2		Os níveis das águas são mais altos ou mais baixos que o natural	Não afecta	Alta
3		Estende-se por mais tempo que o natural	Mudança pouco significativa para fora do natural	Alta
4	Transição 1	A duração é mais longa ou mais curta que o natural - i.e. hidrografia torna-se mais escarpada ou de menor profundidade	Não afecta	Alta
5		Os caudais são mais ou menos variáveis que o natural	Não afecta	Alta
6	Época de inundação	O início ocorre mais cedo ou mais tarde que o natural – a sincronização com a chuva poderá ser alterada	O início antecipado conduz a uma mudança para fora do natural. O início tardio leva a uma mudança em direcção ao natural.	Média
7		Alterada a proporção natural dos diferentes tipos de inundações anuais	Mudanças em relação ao natural pouco significativas	Média
8	Transição 2	O início ocorre mais cedo ou mais tarde que o natural	Não afecta	Alta
9		A duração é mais longa ou mais curta que o natural – i.e. hidrografia torna-se mais escarpada ou de menor profundidade	Não afecta	Alta

## Conclusão

Resumir aqui neste espaço as suas impressões sobre as actividades que tem concluído, que dados em falta teriam melhorado consideravelmente a qualidade e a confiança das suas previsões, e portanto, que acha sobre áreas a enfatizar na pesquisa futura.

## **6. RELAÇÃO DA CURVA DE RESPOSTA DOCAUDAL PARA USO NA ACA-SAD (SISTEMA DE APOIO DE TOMADA DE DECISÃO) DO OKAVANGO**

Deverá inserir estas curvas de respostas depois de os ter criado durante o Workshop de Captação de Conhecimentos em Março de 2009. Deixar o presente espaço em branco por agora.

## 7. REFERÊNCIAS

ALVARENGA, A.J. & ABREU, C.B. 2007. Monitoramento da Fauna de Macroinvertebrados Bentônicos do Ribeirão Ipanema – Ipatinga MG: Uma comunidade Bioindicadora da Efectividade de Programas de Despoluição de Cursos D'água. **PRINCIPIUM ON LINE: Iniciação Científica no UnilesteMG, Coronel Fabriciano 1**: 130-139.

BUENO, A.A.P., BOND-BUCKUP, G. & FERREIRA, B.D.P. 2003. Estrutura da comunidade de macroinvertebratos bentônicos em dois cursos d'água do Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia 20(1)**: 115-125.

BUTLER, J.F. and HOGSETTE, J.A. 1998. Black Flies, *Simulium spp.* (Insecta: Diptera: Simuliidae). University of Florida. IFAS extension. EENY-030

BORROR, D.J. & DELONG, M.D. 1969. **Estudo dos Insectos**. Editora Edgard Blucher Ltda.

BORROR, D.J. Ecological studies of *Argia Moesta* Hagem (Odonata: Coenagrionidae) by means of marking

DAY, J.A., HARRISON, A.D. & MOOR, I.J. 2002. Guides to the Freshwater Invertebrates of Southern Africa. Vol. 9: Diptera. Water Research Comission.

DE MOOR, I.J., DAY, J.A. & DE MOOR. 2003. Guides to the Freshwater Invertebrates of Southern Africa. Vol. 7: Insecta I. Ephemeroptera, Odonata and Plecoptera. Water Research Comission.

GERBER, A. & GABRIEL, M.J.M. 2002. Aquatic Invertebrates of South African Rivers. Field Guide. Institute for Water Quality Studies. Department of Water Affairs and Forestry.

FIGUEIRÓ, R., NASCIMENTO, E.S.M MAIA-HERZOLG & M, MONTEIRO, R.F. Variações na velocidade de correnteza e sua influência nos padrões de distribuição local das larvas de simúlídeos (Diptera: Simuliidae)????????????????

KIKUCHI, R.M. & UIEDA, V.S. 2005. Composição e distribuição dos macroinvertebrados em diferentes substractos de fundo de um riacho no município de Itatinga, São Paulo, Brasil. **Entomol. Vect. 12 (2)**: 193-231

LARA, F.B. & DUBIASKY-SILVA, J. 2007. Distribuição Sazonal da Ordem Ephemeroptera no Rio Campestre, Piraquara (PR). **Anais do VIII Congresso de ecologia do Brasil**

Plano Sectorial da Rede Natura 2000. 2006. Fauna, Invertebrados. Instituto de Conservação da Natureza. Disponível em:  
[http://www.icn.pt/psrn2000/caracterizacao\\_valores\\_naturais/FAUNA/invertebrados/Unio%20crassus.pdf](http://www.icn.pt/psrn2000/caracterizacao_valores_naturais/FAUNA/invertebrados/Unio%20crassus.pdf)

REZENDE, C.F. Colonização de folhiço submerso por macroinvertebrados em áreas de remanso e correnteza em igarapés na Amazônia central.

SOUZA, L.O.I; COSTA, J.M. & OLDRINI, B.B. 2007. Odonata. In: Guia on line: Identificação de larvas de Insectos Aquáticos do Estado de São Paulo. Froehlich, C.G. (org.). Disponível em: [http://sites.ffclrp.usp.br/aguadoce/Guia\\_online](http://sites.ffclrp.usp.br/aguadoce/Guia_online)

WETZEL, R.G. 1993. **Limnologia**. Fundação Calouste Gulbenkian.Lisboa

WINHOLD, L. 2004. "Unionidae" (On-line), Animal Diversity Web. Acessado em 4 de Março de 2009 em <http://animaldiversity.ummz.umich.edu/site/accounts/information/Unionidae.html>).

## 8. ANEXO A: DESCRIÇÃO COMPLETA DOS INDICADORES

### Indicador nº. 1: Comunidade de macroinvertebrados da vegetação marginal

#### ODONATA

Os Odonata são insectos hemimetábolos com adultos terrestres e larvas aquáticas. Estas respiram por meio de brânquias. Os adultos são voadores activos e de hábitos diurnos. Os adultos e todas as formas imaturas são predadores vorazes alimentando-se de outros insectos incluindo outros odonata e provavelmente importantes agentes naturais de controlo de mosquitos e outros insectos.

Alimentam-se de outros insectos incluindo outros odonata, girinos e de larvas de peixes. As larvas caracterizam-se por apresentarem um lábio extensível armado com espinhos e cerdas para captura de alimentos. O lábio fica dobrado sob a cabeça quando em repouso, quando estendido tem em geral, pelo menos, um terço do comprimento do corpo. Servem de alimento a outros artrópodes, peixes, anfíbios e aves (Sousa *et al*, 2007; Borror & DeLong, 1969).

Os machos de odonata distinguem-se de outras espécies por apresentarem os órgãos copuladores masculinos localizados na parte anterior do abdómen no lado ventral do segundo segmento. Em outros insectos a genitália masculina encontra-se na parte posterior do abdómen (Borror & DeLong, 1969)

Os ovos fecundados são depositados na água, em substratos dentro ou perto da água ou dentro de partes submersas da vegetação (postura endofítica). As ninfas emergem duas a cinco semanas após a deposição dos ovos; Sofrem entre 10 e 20 mudas num período que vai entre cinco semanas e cinco anos (Wetzel, 1993).

Terminado o crescimento da ninfa, esta arrasta-se para fora da água onde sofre a muda final. As ninfas maduras tornam-se adultos de vida aérea. (Wetzel, 1993).

Odonatas vivem caracteristicamente no habitat litoral por entre as macrófitas e os sedimentos, ou enterrados nos sedimentos superficiais. Dependem de elevadas concentrações de oxigénio para respirar (Wetzel, 1993)

As ninfas vivem associadas à vegetação marginal que lhes servem de protecção contra os predadores e esconderijo para a caça. O tamanho reduzido destes organismos permite-lhes encontrar refúgio entre as ramificações das raízes em eventos de cheias e correntezas mais fortes.

Os membros da família Baetidae apresentam modificações morfológicas que os impedem de serem carregados pela corrente.

#### EPHEMEROPTERA

O adulto possui uma longevidade muito curta (três a quatro dias) e nunca se alimenta. As ninfas podem viver até três anos em águas correntes, limpas e bem oxigenadas (Roldán-Pérez, 1988 in Lara e Dubiasky-Silva, 2007).

A cópula ocorre durante o vôo. Os ovos fecundados são depositados na água ou sobre objectos submersos (Barber-James & Lugo-Ortiz in De Moore *et al*, 2003). Os ovos têm importância taxonómica por serem característicos em muitas espécies

A eclosão ocorre entre alguns dias e muitas semanas após a deposição dos ovos fecundados ou pode seguir-se uma diapausa de vários meses. Ocorrem entre 10 e 40 mudas durante um ciclo de vida médio de cerca de um ano (Wetzel, 1993).



Em muitas espécies os ovos passam por um processo de diapausa antes da incubação.

A forma adulta é alcançada gradualmente com mudas sucessivas – metamorfose gradual ou incompleta (desenvolvimento hemimetábolo).

Espécies de regiões tropicais e sub-tropicais geralmente formam duas a várias gerações por ano tendo um estágio muito curto de vida aquática. Isto pode ser uma adaptação a cursos de água intermitentes.

As ninfas ocorrem em ambientes lênticos e lóticos, caracteristicamente em locais pouco profundos. Algumas espécies estão restritas a substratos específicos de macrófitas ou a determinados sedimentos (Eriksen, 1963b in Wetzel, 1993)

Estas alimentam-se de matéria orgânica particulada, bactérias, perifíton (sobretudo diatomáceas) e macroinvertebrados, podendo ser filtradoras, consumidoras de depósito ou predadoras. Diferentes adaptações aos diversos modos de alimentação são encontradas, entre as ninfas. Espécies filtradoras apresentam longas cerdas especializadas, localizadas nas pernas anteriores que permitem a colecta de matéria fina particulada. Espécies predadoras colocam-se de frente para a corrente no topo de rochas em áreas de rifles (Barber-James & Lugo-Ortiz in De Moor *et al*, 2003).

O número de instares da ninfa varia entre 10 e 50 em função da espécie e está relacionado com o regime de temperaturas. O aumento da temperatura acelera o desenvolvimento resultando em menos instares e indivíduos menores. Em condições de baixas temperaturas ocorrem maiores números de instares, indivíduos maiores e as fêmeas tendem a produzir mais ovos que indivíduos da mesma espécie em águas quentes (Barber-James & Lugo-Ortiz in De Moor *et al*, 2003).

Apresentam uma ampla distribuição mesmo em águas com uma sobrecarga orgânica moderada embora estejam restritos à águas com um conteúdo de oxigénio relativamente elevado Roback, 1974 in Wetzel, 1993)

Como resposta às alterações da concentração de oxigénio algumas espécies são capazes de regular os movimentos respiratórios das guelras (Eriksen, 1963a in Wetzel, 1993)

As ninfas estão muitas vezes associadas a zonas de fluxo reduzido ou quase nulo tais como polls e “poças”. Em zonas de corrente são encontradas entre os sedimentos de águas estagnadas ou entre a vegetação onde se alimentam de partículas finas de detritos e de perifíton (Barber-James & Lugo-Ortiz in De Moor *et al*, 2003)

## **Indicador nº. 2: Comunidade de macroinvertebrados de rápidos**

### **SIMULIDAE**

Este indicador caracteriza-se pelo facto de algumas espécies serem vectores da oncocercose, doença causada por um verme filaróide que produz grandes tumores subcutâneos. As fêmeas são hematófagas de mamíferos e de aves (Borror & DeLong, 1969).

As formas imaturas desenvolvem-se em águas oxigenadas (Butler & Hogsette, 1998). As larvas e pupas estão bem adaptadas a águas de fluxo rápido sendo a ausência de águas correntes um factor limitante na sua distribuição regional. O fluxo rápido proporciona o alimento e elevada oxigenação da água da qual dependem. (Harrison & Day in Day *et al*, 2002).

As larvas têm hábitos filtradores, alimentando-se de material em suspensão, dependem de substratos duros para sua fixação e corrente para alimentação.

A dependência destes organismos a águas de fluxo rápido e bem oxigenadas faz deles um importante indicador para o sistema fluvial

Diversos impactos ambientais podem contribuir para o desequilíbrio populacional dos simúlídeos, como as alterações no leito dos rios, o uso e a ocupação dos solos das suas margens e a destruição da vegetação ciliar nativa podendo resultar no aumento populacional de algumas espécies e na eliminação de predadores naturais (Strieder *et al* 2006)

Os machos distinguem-se das fêmeas por apresentarem os olhos localizados juntos no centro da cabeça com grandes facetas na metade superior e facetas menores na metade inferior, enquanto as fêmeas têm olhos bem separados com facetas de tamanho uniforme.

Após o acasalamento e um período de maturação dos ovos a fêmea deposita-os na água, na vegetação submersa ou outro material igualmente submerso. Esta alimenta-se de sangue de aves e mamíferos.

As formas imaturas desenvolvem-se em águas bem oxigenadas (Butler & Hogsette, 1998) e estão bem adaptados às correntes rápidas.

As larvas apresentam um elevado potencial colonizador (Kiel *et al.* 1998 in Figueiró *et al*) são encontradas aderidas a rochas e vegetação submersa ou em outro substrato duro em águas de moderadas a muito rápidas. Uma secreção de seda permite a adesão feita por um “falso pé” modificado na região posterior (Merrit & Cummins, 1984 in Kikuchi e Uieda 2005).

Fluxo de água rápido provê alimento e elevados níveis de oxigénio dissolvido. As larvas alimentam-se de algas, invertebrados microscópicos e bactérias.

A larva fixa-se ao substrato por meio de ganchos. Quando se alimenta coloca-se em posição semi-vertical de frente para a corrente de forma a filtrar as partículas alimentares suspensas na coluna de água.

A larva passa por vários instares até atingir o estágio de pupa. Esta fixa-se a vários substratos.

Um par de brânquias extrai o oxigénio dissolvido na água. A forma das brânquias serve de carácter de identificação das pupas.

Os simúlídeos são transmissores do nemátodo *Onchocerca volvulus* causador da cegueira dos rios.

Fêmeas adultas alimentam-se de mamíferos e de aves.

As principais espécies são *Simulium chuterri*, *S. nigrirtarse*, *S. adersi* e *S. damnosum*.

Podem constituir 95% do total de indivíduos colectados em pedras de rápidos, sendo considerados importantes componentes da cadeia alimentar de águas de correntes rápidas.

### **Indicador nº. 3: Comunidade de macroinvertebrados de pedras e cascalho**

#### HYDROPSYCHIDAE

As larvas constroem um abrigo de areia, pedrinhas ou detritos e no interior deste ocorre a sua transformação em pupa. Próximo ao abrigo tecem uma rede voltada para a corrente, que aprisiona os materiais dos quais se alimenta (Borror & DeLong, 1969).

Os ovos são colocados sobre a vegetação ou sobre substratos debaixo de água, demorando o seu desenvolvimento de uma a sete semanas. Após uma a sete mudas forma-se a pupa. O estado de pupa dura geralmente algumas semanas, após as quais sai do casulo, desloca-se para um substrato aéreo e emerge na forma adulta.

São encontrados em rios de fluxo rápido (Gerber & Gabriel, 2002)



#### **Indicador nº. 4: Comunidade de macroinvertebrados de sedimentos finos**

##### UNIONIDAE

Os Unionidae utilizam uma grande variedade de habitats tais como lagos, córregos e rios enterrados total ou parcialmente no substrato. São mais abundantes a profundidade inferiores a 2 m embora possam ser encontrados até 7 m (Smith, 2001 in Winhold).

**Alimentação:** A dieta é constituída basicamente por detritos e plâncton. Os bivalves alimentam-se por um processo de filtração da água usando, para o efeito, um sistema de cílios.

Um estudo apresentado pelo Plano Sectorial da Rede Natura 2000 em 2006 realizado sobre a espécie *Unio crassus*, refere que quando em densidades elevadas, os bivalves são determinantes da qualidade da água devido ao volume de água que filtram, sendo um indicador da boa qualidade da água

O mesmo estudo refere ainda a importância da alternância das zonas de remanso e de rápidos para a sobrevivência destes bivalves e para o refúgio, reprodução e alimentação dos peixes hospedeiros das suas larvas. Qualquer alteração na morfologia do leito do rio vai afectá-los. Alterações conducentes à deposição de sedimentos finos colmatam o substrato, impedindo o desenvolvimento de formas juvenis.

**Desenvolvimento:** Os Unionidae apresentam um desenvolvimento indirecto. Os ovos são incubados entre as lamelas branquiais onde se desenvolvem na larva gloquídeo. Esta, tem uma existência parasitária em peixes, alojando-se nas brânquias, barbatanas ou outras partes da superfície corporal. Após um período parasitário de 10 a 30 dias o bivalve imaturo cai para o fundo, completando o seu ciclo de desenvolvimento enterrado na lama. A maioria das espécies parasita mais de uma espécie de peixe. Os peixes permitem a dispersão das espécies mais sedentárias (Barnes, 1996)

São animais filtradores retirando continuamente partículas alimentares da água. Jogam um papel fundamental na ecologia do ecossistema porque participam na decomposição dos detritos e mantêm sob controlo as populações bacterianas e planctónicas.

Elevadas concentrações populacionais dependem de correntes rápidas para sobrevivência. Durante períodos de fluxo lento ou nulo, elevadas densidades populacionais causam rápida depleção de oxigénio dissolvido e suprimento alimentar levando à morte destes e outros organismos (Jorgensen, 1990 in Winhold)

Unionidae são considerados bons indicadores da qualidade da água. No processo de alimentação por filtração acumulam em seus tecidos os poluentes da água até níveis de concentração letais. Uma drástica redução da população é indicação de má qualidade da água (Winhold)

#### **Indicador nº. 5: Comunidade de macroinvertebrados da vegetação marginal de zonas húmidas**



ODONATA – COENAGRIONIDAE  
Idêntica informação ao indicador nº. 1

**Indicador nº. 6: Comunidade de macroinvertebrados de “pools”**

DYTISCIDAE

Os Dytiscidae alimentam-se de pequenos animais aquáticos, incluindo peixes. Para respirarem vêm à tona da água captar o oxigénio, mas podem permanecer submersos por longos períodos porque carregam ar em uma câmara situada sob os élitros. As larvas absorvem principalmente oxigénio dissolvido na água. Larvas e adultos são predadores alimentando-se de animais aquáticos inclusive de pequenos peixes. As larvas servem-se de suas longas e ocas mandíbulas para sugar os fluidos corporais de suas presas (Borror & DeLong, 1969). Possuem um ciclo de vida anual com três ou quatro mudas larvares (Wetzel, 1993). A postura é feita na superfície de plantas aquáticas ou de outros suportes, ou no interior dos tecidos das plantas (postura endofítica). O desenvolvimento larvar ocorre entre um e oito meses. Quando a larva completa o desenvolvimento, desloca-se até à margem húmida onde se enterra, preparando uma célula subterrânea dentro da qual se metamorfosea em pupa. (Borror & DeLong, 1969; Wetzel, 1993).

## 9. ANEXO B: DADOS BRUTOS

Táxons	Habitat						Local		
	Veget Marg.	Rápidos	Pedras e casc.	Sedi-Mentos	Veg. Marg. Zonas húmidas	pool	Capico	Mucundi	Cuito Cua-naval
<b>Ephemeroptera</b>									
Baetidae	X		X		X		X	X	X
Caenidae			X					X	
Heptageniidae			X					X	
Leptophlebiidae	X		X				X	X	
<b>Trichoptera</b>									
Hydropsychidae		X	X					X	
Pisuliidae	X						X		
Leptoceridae	X							X	
<b>Coleoptera</b>									
Dytiscidae						X		X	
Gyrinidae	X						X		
<b>Hemiptera</b>									
Gerridae	X						X	X	
Hydrometridae									
Nepidae	X				X		X	X	X
Notonectidae	X						X		
Veliidae	X						X		
<b>Odonata</b>									
Aeshnidae	X						X		
Gomphidae				X			X		
Corduliidae			X					X	
Libellulidae			X					X	
Coenagrionidae	X						X		
Lestidae	X						X		
<b>Diptera</b>									

Táxons	Habitat						Local		
	Veget Marg.	Rápidos	Pedras e casc.	Sedim.	Veg. Marg. Zonas húmidas	pool	Capico	Mucundi	Cuito Cua- naval
<b>Diptera</b>									
Chironomidae	X						X		
Culicidae	X			X			X	X	
Simuliidae		X						X	
<b>Decapoda</b>									
Potamonautidae			X	X		X	X	X	
<b>Gastropoda</b>									
Lymnaeidae	X						X		
Planorbidae	X				X		X		X
<b>Bivalvia</b>									
Unionidae				X			X		
Sphaeridae				X					X

**10. ANEXO C: IMAGENS DE REPRESENTANTES DOS INDICADORES**



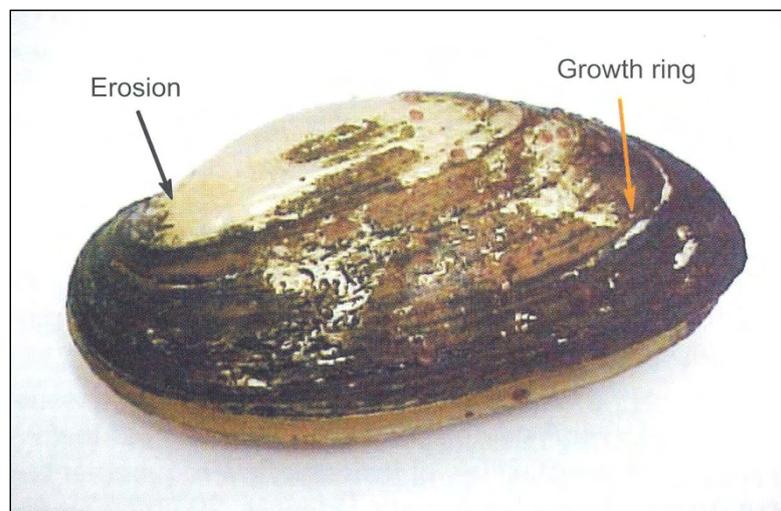
**Imagem 10.1** Representante do indicador nº. 1: **Aeshnidae** (in Gerber & Gabriel,2002)



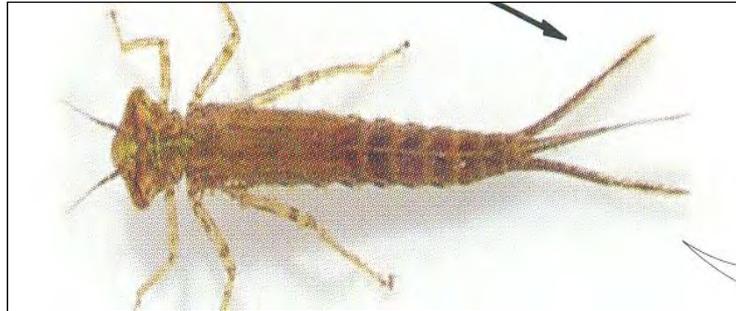
**Imagem 10.2** Representante do indicador nº. 2 **Simulidae** (in Gerber & Gabriel, 2002)



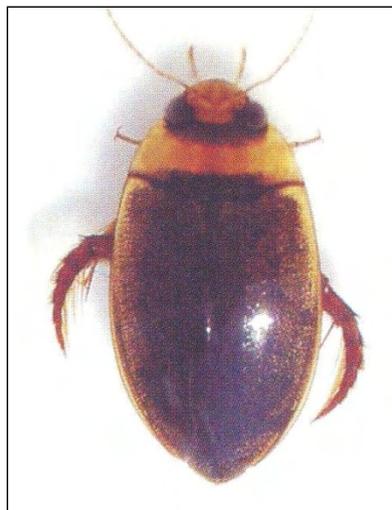
**Imagem 10.3** Representante do indicador nº. 3 Hydropsychidae (in Gerber & Gabriel, 2002)



**Imagem 10.4** Representante do indicador nº. 4 Unionidae (in Gerber & Gabriel, 2002)



**Imagem 10.5** Representante do indicador nº. 5 Coenagrionidae (in Gerber & Gabriel, 2002)



**Imagem 10.6** Representante do indicador nº. 4 Dytiscidae (in Gerber & Gabriel, 2002)

## 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

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

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

## EFA Angola Macroinvertebrados

Series			Cubango: Relatório Final
		Mendelsohn, J.	Land use in Kavango: Past, Present and Future
		Pereira, Maria João	Análise Diagnóstica Transfronteiriça da Bacia do Rio Okavango: Módulo do Caudal Ambiental: Relatório do Especialista: País: Angola: Disciplina: Qualidade da Água
		Saraiva, Rute et al.	Diagnóstico Transfronteiriço Bacia do Okavango: Análise Socioeconómica Angola
	<b>Botswana</b>	Chimbari, M. and Magole, Lapologang	Okavango River Basin Trans-Boundary Diagnostic Assessment (TDA): Botswana Component: Partial Report: Key Public Health Issues in the Okavango Basin, Botswana
		Magole, Lapologang	Transboundary Diagnostic Analysis of the Botswana Portion of the Okavango River Basin: Land Use Planning
		Magole, Lapologang	Transboundary Diagnostic Analysis (TDA) of the Botswana p Portion of the Okavango River Basin: Stakeholder Involvement in the ODMF and its Relevance to the TDA Process
		Masamba, W.R.	Transboundary Diagnostic Analysis of the Botswana Portion of the Okavango River Basin: Output 4: Water Supply and Sanitation
		Masamba, W.R.	Transboundary Diagnostic Analysis of the Botswana Portion of the Okavango River Basin: Irrigation Development
		Mbaiwa, J.E.	Transboundary Diagnostic Analysis of the Okavango River Basin: the Status of Tourism Development in the Okavango Delta: Botswana
		Mbaiwa, J.E. & Mmopelwa, G.	Assessing the Impact of Climate Change on Tourism Activities and their Economic Benefits in the Okavango Delta
		Mmopelwa, G.	Okavango River Basin Trans-boundary Diagnostic Assessment: Botswana Component: Output 5: Socio-Economic Profile
		Ngwenya, B.N.	Final Report: A Socio-Economic Profile of River Resources and HIV and AIDS in the Okavango Basin: Botswana
		Vanderpost, C.	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
	<b>Namibia</b>	Barnes, J and Wamunyima, D	Okavango River Basin Technical Diagnostic Analysis: Environmental Flow Module: Specialist Report: Country: Namibia: Discipline: Socio-economics
		Collin Christian & Associates CC	Technical Report on Hydro-electric Power Development in the Namibian Section of the Okavango River Basin
		Liebenberg, J.P.	Technical Report on Irrigation Development in the Namibia Section of the Okavango River Basin
		Ortmann, Cynthia L.	Okavango River Basin Technical Diagnostic Analysis: Environmental Flow Module : Specialist Report Country: Namibia: discipline: Water Quality
		Nashipili, Ndinomwaameni	Okavango River Basin Technical Diagnostic Analysis: Specialist Report: Country: Namibia: Discipline: Water Supply and Sanitation
		Paxton, C.	Transboundary Diagnostic Analysis: Specialist Report: Discipline: Water Quality Requirements For Human Health in the Okavango River Basin: Country: Namibia

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

**EPSMO**



*Kavango River at Rundu, Namibia*



**OKACOM**

Tel +267 680 0023 Fax +267 680 0024 Email [okasec@okacom.org](mailto:okasec@okacom.org) [www.okacom.org](http://www.okacom.org)  
PO Box 35, Airport Industrial, Maun, Botswana