

## Shared Rivers Initiative

### Revisão das Relevantes Literaturas Sobre a Saúde do Rio Incomati e seu Estuário



Por: Joanne Heyink Leestemaker e Francisco .P.I. Tauacale  
com contribuições dos Custódio Boane e Rosaque Guale

Com financiamento da SIDA, Suéca  
[Heyink@sortmoz.com](mailto:Heyink@sortmoz.com)

Fevereiro ano 2000

UNESCO-Cátedra  
Homem e Meio Ambiente na África Austral  
Universidade Eduardo Mondlane

# **SHARED RIVERS INITIATIVE**

## **Revisão das Relevantes Literaturas sobre a Saúde do Rio Incomati e seu Estuário**

Por: Joanne Heyink Leestemaker e Francisco P.I. Tauacale  
com contribuição de Custódio Boane (peixe) e Rosaque Guale (estuário)

Financiado por SIDA, Suécia  
Fevereiro ano 2000

UNESCO - Cátedra  
Homem e Meio Ambiente na África Austral  
UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

# **Revisão das Relevantes Literaturas Sobre a Saúde do Rio Incomati e seu Estuário**

## Conteúdo

- 1.1. Conceitos, métodos e modelos
- 1.2. Método para o cálculo do caudal mínimo ecológico
  - 1.2.1 Método de caudais históricos
  - 1.2.2 Método hidráulico
  - 1.2.3. Método de habitat
- 1.3. Como medir a reserva
  - 1.3.2 Como medir a reserva para o estuário
- 1.4. Como classificar os peixes
- 1.5. Avaliação da vegetação ribeirinha
- 1.6. Avaliação social do uso local de recursos naturais
  
2. Questões ambientais no rio Incomati e o estuário
  - 2.1. A bacia do Incomati
  - 2.2. A intrusão salina na desembocadura do rio Incomati
  - 2.3 Água necessária para irrigação na bacia do rio Incomati
  
3. Assuntos chaves para a saúde do rio Incomati e o estuário
  - 3.1 Identificação das eco-regiões
  - 3.2 Identificação de assuntos chaves
  - 3.3 Questões a investigar nos assuntos chaves
  - 3.4 Questões de pesquisa levantadas com base na leitura bibliográfica
  
- 4.1 Analise da quantidade de água que escoia ao longo dos anos
- 4.2 Analise da qualidade da água do rio Incomati
- 4.3 A situação da vegetação ribeirinha e sedimentação
- 4.4 Analise da hierarquia de escala dos sedimentos dum determinado rio
- 4.5 Os indicadores para análise da saúde dos ecossistemas dos rios
  - 4.5.1 Situação dos vertebrados no Incomati
  - 4.5.2 Situação dos peixes no Incomati
  - 4.5.3 Aspectos biológicos e algumas espécies de peixe
  - 4.5.4 Situação dos Invertebrados no Incomati
  - 4.5.5 Uso social de recursos a jusante do Rio Incomati
  
5. Referências

## Shared River Initiative – Incomati River and Estuary Health Task Group

### Resumo da revisão Bibliografia do Rio Incomati Grupo River Health

A revisão bibliográfica baseou-se na literatura colectada em 1999 em particular na primeira semana de Dezembro, a quando da visita a África do Sul, nas instituições de CSIR, University of Pretória, the Water Research Commission e a Water Quality Institute. E uma pequena parte foi colectada em Moçambique, na Universidade Eduardo Mondlane e a Direcção Nacional de Águas.

O foco de toda a revisão bibliográfica é como definir 'a Saúde do Rio' Incomati e seu Estuário.

#### 1.1. Conceitos, métodos e modelos

Um **rio saudável** tem se definido como um estado do rio próximo do estado natural (Uys, 1994, 369). O estado natural é designado por 'ponto de partida', integrando-se na classe A, na classificação de Integridade do rio. Depois classe B ( pouco modificado) classe C (modificação moderada) classe D (grande modificação), finalmente classe F (modificação crítica) (Rouxea, 1999,p 506).

A definição do padrão do caudal mínimo ecológico é uma das respostas para o conflito de interesse entre a necessidade fluvial para o sistema hídrico, os caudais a usar (Reservas e poder hídrico), e extracção da água para vários fins (agricultura, uso doméstico, indústria)'. Para o rio Incomati estes conflitos existem em diferentes níveis, nos três países, África do Sul, Swazilandia e Moçambique.

Durante a revisão da literatura obtivemos vários métodos e modelos a usar no estudo da Saúde do rio.

Estes métodos são baseados de experiências vindas da USA, Austrália e Inglaterra e outras vindas, à poucos anos atrás, da África do Sul. Na literatura inglesa encontramos questões geo-físicas, procedimentos da hidrologia. Na África do Sul encontramos termos de procedimentos da biologia, tais como, peixe, vegetação, invertebrados e Aves.

#### Ligação entre a hidrologia e a ecologia

Geoffrey Petts, hidrólogo da Universidade de Birmingham, UK fez a ligação entre a hidrologia e a ecologia na determinação da política ecológica dos caudais para Inglaterra e Wales.

Recapitulando, em 1996<sup>1</sup>, Ele identifica o caudal, a qualidade da água, habitats físicos e comunidades biológicas naturais como os indicadores de sustentabilidade dos ecossistemas dos rios.

---

<sup>1</sup> Water allocation to protect river ecosystems, in: Regulated Rivers; Research and Management, (1996) Vol 12-353-365.

De acordo com Petts (1996:358), para definir *Ecologically Acceptable Flow Regimes* (EAFR) são necessárias quatro etapas:

1. Definir a avaliação ecológica do rio usando uma classificação nas principais secções, (hidrologia , qualidade de água, estrutura do canal do rio e a classificação dos tipos de sectores de rios sobre a forma do canal e a vegetação ribeirinha.  
O principal objectivo ecológico e os alvos a atingir é coloca-lo de acordo com a sua época (período) para cada secção do rio e seus sectores.
2. Determinar o fluxo natural como o ponto de partida para encontrar o alvo básico nos índices hidrológicos, avaliação do habitat, análise da base de dados e modelos de simulação do habitat (PHABSIM).
3. Colocar um hydrograph ecológico aceitável para sustentar a integridade do ecossistema (= a frequência e duração do fluxo natural).
4. Para avaliação do fluxo máximo abstracto, combina-se os hydrographs aceitáveis com a curva de duração dos caudais e os valores históricos do padrão e os caudais naturais. E analisa-se o custo/benefício para as necessidades ecológicas em relação a outras necessidades.

Petts gerou seis princípios científicos que levam em conta a definição dos alvos para o Regime do Caudal Ecologicamente Aceitável ( Ecologically Acceptable Flow Regimes (EAFR):

1. **As conexões longitudinais dos rios** nos seus processos, formas de terra, habitats e as comunidades de flora e fauna; dominado pela transferência de matéria e energia ajusante. Existem quatro secções do rio, cabeceira do rio (headwater stream), a media do rio (middle river), terras baixas (lowland) e estuário (estuary). Cada uma com diferentes temperaturas, velocidade, profundidade, o que é importantes, em certo tempo do ano porque possibilitam criar condições para a fauna.
2. **Cambio Vertical** como a troca entre as águas superficiais e os aquíferos. A volta de dez metros de profundidade e 1500 m a volta do rio, o aquífero é directamente interactivo com o fluxo do rio.
3. **Conexões laterais e as áreas de inundações**  
A integridade ecológica dos grandes rios depende do intervalo dos altos caudais no canal junto do regime da temperatura e da sazonalidade da variação dos caudais.
4. **Manutenção dos caudais no canal** (Cheias cada um ou cinco anos, Cheias uma vez por vinte anos) para suster a morfologia no canal e nas áreas de inundações do sistema.
5. **Caudais mínimos aceitáveis** para os anos húmidos, normais de seca.
6. **Caudais Óptimos**, permitem uma interacção dinâmica entre diferentes populações, e se possível estimula a frequência e duração natural na determinação do Regime do Caudal Ecologicamente Aceitável.

O estudo de caso do rio Babingley na região de Anglia, o alvo é a sustentabilidade do habitat do peixe(truta). A tabela resume os procedimentos em oito diferentes “benchmarks”, cada um com alvo geral, métodos, duração do caudal para dois cenários do EAFR. Petts recorda resumidamente:

“Os fluxos naturais “ são usados para construção de hydrographs considerados aceitáveis para os anos húmidos, normais e secos. Esta combinação forma a curva de duração aceitável para comparação com o padrão e a base de dados de caudal natural. (.....)

O EAFR é usado para determinar o volume de água requerido para sustentar o rio como “ um fluxo com truta - 62% de recursos (12000 tcm) com 8.000 tcm viável para abstracção (pp. 361)”.

### **Conceito de Zoneamento**

o conceito de zoneamento tem haver com a divisão do rio em zonas características das comunidades dos peixes ou macro invertebrados. O zoneamento reflecte a diferença da: - temperatura da água e da velocidade.

### **Caudal Estuário Requerido**

É a quantidade de água doce que aflui e se distribui no estuário, e requerida para manter as funções físico-química e biológicas sem causar qualquer impacto mensurável” (Slinger, 1999:2)

### **Reserva ambiental**

É a quantidade e a qualidade de água requerida para satisfazer as necessidades básicas humanas, considerando as necessidades presentes e futuras e a protecção do ecossistema aquático em ordem de segurança ecológica do desenvolvimento sustentável e uso dos recursos. (Slinger, 1999:2)

## **1.2. Método para o calculo do caudal mínimo ecológico**

Existem muitos conflitos na avaliação do caudal mínimo, uma vez que, existem diferentes métodos de cálculo do caudal ecológico, como resultado de diferentes objectivos ambientais e níveis de protecção. Os objectivos, os níveis de protecção são específicos e são examinados em três categorias :

- 1 - Métodos de caudais históricos
- 2 - Método hidráulico ou geométrico e
- 3 - Método de habitat

### **1.2.1 Método de caudais históricos**

Baseia-se em caudais históricos (registados) para estimar o regime de um rio. O método de Tenent (1976), mais conhecido por método de montana, é um dos mais comuns.

O método analisa e relaciona as seguintes variáveis:

- Largura do rio
- Velocidade da água e
- Profundidade

O método possui o parâmetro denominado rácio que delinea os caudais altos em relação a 10% do caudal considerado mínimo de degradação. O método considera que relação existente entre o valor menor de 10% do caudal, a

velocidade da água e a profundidade pode degradar em curto tempo a sobrevivência da vida aquática.

Neste sentido Tenent considera duas condições.

#### **1- Limite baixo para vida aquática :**

- ⇒ 10% de intervalo de caudal
- ⇒ 0.3 m Intervalo de profundidade
- ⇒ 0.25 m/s velocidade da água

#### **2- Padrão óptimo para a vida aquática:**

- ⇒ 30% de intervalo de caudal
- ⇒ 0.45 - 0.6 m Intervalo de profundidade
- ⇒ 0.45 - 0.6 m/s velocidade da água

segundo FREZER (1978) “estas condições devem incorporar a sazonalidade de variação específica dos caudais mínimos mensais como percentagem dos caudais médios mensais.”

Outros métodos de caudal históricos recomendam “ o caudal base”, a curva de duração ou a probabilidade de não excelência dos caudais baixos, onde o nível de protecção é implícito a magnitude da percentagem. Exemplo, dentro da percentagem (30-75%) de 1 em 5 anos caudais baixos, e os caudais iguais ou excedentes a 96% do tempo são usados para avaliar o caudal mínimo.

### **1.2.2 Método hidráulico**

Avalia parâmetros geométrico-hidráulicos do caudal dos fluxos para descarga. E baseia-se no corte da secção, onde se mede:

- Largura do rio
- Profundidade
- Velocidade e o
- Perímetro de humidade

O perímetro de humidade é medido com relação aos caudais observados, para encontrar o ponto de inflexão

### **1.2.3 Método de Habitat**

Usa como base a descrição física das:

- Plantas
- Animais
- Habitat

O método de habitat é naturalmente extensivo do hidráulico. A diferença está na avaliação dos caudais requeridos. O método hidráulico baseia-se nas condições dos parâmetros hidráulicos (profundidade e velocidade) e o habitat nas condições biológicas, e define critérios para determinar áreas

O habitat é um método quantitativo e baseia-se em princípios biológicos, por exemplo:

- Habitat suitability curves
- Sazonalidade requerida para diferentes estagios da vida.
- Profundidade, velocidade e criterio de largura para o banho.

### **Na África do Sul**

Na África do Sul, Denis Hughes (Institute for Water Research, Grahamstown), considerando os métodos acima exposto, desenvolveu métodos e modelos que introduziu na hidrologia para determinar o caudal mínimo ecológico (ou Instream Flow Requirement, IFR). Agora em Novembro de 1999, ele explanou que os procedimentos para o IFR distinguidos por hidrólogos compreende cinco fases:

- 1) Organização dos dados (Natural e actual regime do caudal diário em series temporais, preparados para o workshop).
- 2) Interpretação dos dados (Ajuda a outros especialistas na tomada de decisões sobre o IFR).
- 3) Designação do caudal requerido (resultado de 2, com uma dimensão temporal onde é incorporado o “ Oferta e Procura modelo” para avaliar o impacto do IFR dos abastecimento de água anual na bacia.
- 4) Planeamento de cenários (para resolver disparidades entre IFR e as requeridas anualmente)
- 5) Implementação (designação e implementação de procedimentos para assegurar a Reserva)

Hughes mostra quatro níveis de precisão para determinar o IFR (Nov. 1999):

- 1) Estimacão computarizada usando valores regionais da SA Water Balance Model (poucas horas),
- 2) Determinacão rápida, usando poucos dados vindos de especialistas em ecologia que aplicaram em locais específicos de um a dois dias.
- 3) Determinacão intermédia, como o desmontar da versão da Building Block Method (Dois meses)
- 4) Determinacão completa, aplicacão detalhada do BBM (doze meses)

Por último é preciso ter um banco de dados para cada mês do ano, os dados naturais e os do regime actual do caudal do dia e os dados de profundidade, largura e velocidade do fluxo:

- ◆ Manutenção dos caudais baixos ( $m^3/s$ )
- ◆ Manutenção dos caudais altos (Caudais de pico em  $m^3/s$ ), duracão em dias.
- ◆ Caudais baixos de seca ( $m^3/s$ ).
- ◆ Caudais altos de seca (caudais de pico em  $m^3/s$ ), duracão em dias

HYMAS é um software de um modelo de hidrologia, que analisa e apresenta as series temporais. Também é usado para a gestão de dados. O “WR90”- banco



de dados da series temporais de caudais mensais que proporcionam os dados básicos para todos os rios da África de Sul. No futuro pode ser usado para a primeira estimativa do IFR. Com o acesso ao software e os dados, Hughes concluiu que a África de Sul têm a capacidade para calcular a parte hidrológica da Reserva.

### 1.3. Como medir a Reserva?

Como medir a Reserva, é a questão dominante na discussão analítica na África do Sul. Recordando a nova lei de água da África do Sul (1998); a Reserva têm dois elementos:

- ◆ A água deve satisfazer as necessidades mínimas básicas humanas (25 l/d/p) e
- ◆ Manutenção do caudal mínimo do rio, da boca e do aquífero.

A primeira parte da equação é fácil, a segunda parte não é clara para todos. Desde 1992<sup>2</sup>, três instrumentos foram desenvolvidos para responder a esta questão:

- ◆ IFR (Caudal ecológico requeridos para o rio “Instream Flow Requirement”)
- ◆ EFR (Caudal requerido para o Estuário “Estuary Flow Requirement”)
- ◆ SUPAA (Aplicação Potencial da Sustentabilidade utilizável para os Aquíferos “Sustainable Utilisable Potential Application for Aquifers”)

Esta metodologia foi testada fora e dentro da África do Sul nas sub bacias de (Olifant-Sand river (1993), O rio Tugale e o estuário (1995) e o Crocodile-Elands (1997).

1. Na literatura consultada presta-se muita atenção ao **IFR**, cuja medição toma em consideração cinco termos:

1. Dados hidrológicos.
2. Peixe .
3. Invertebrados.
4. vegetação.
5. Avaliação social.

2. O **EFR** têm termos similares ao IFR,

1. Dados hidrológicos.
2. Peixe .
3. Invertebrados.
4. vegetação.
5. Aves

---

<sup>2</sup> The Olifant-Sand River IFR, Sept 1993, Niek van Wijk, foi a primeira tentativa de um IFR na África de Sul.

As aves são incluídas como tema especial. A Avaliação Social não merece atenção especial.

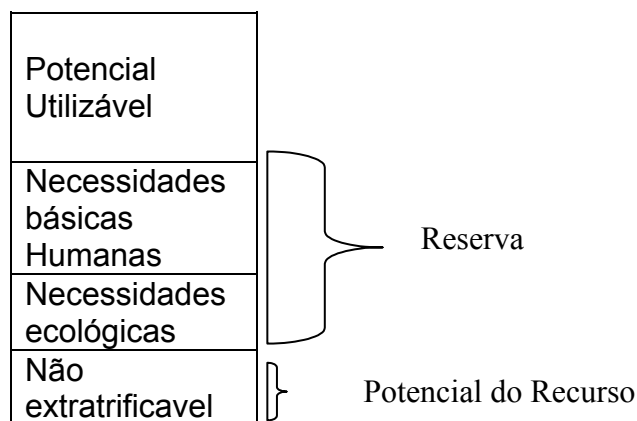
3. O **SUPAA** é um método, baseado na GIS para calcular a utilização de águas subterrâneas, que inclui:

- ◆ A Potencialidade do Recurso (=a sustentabilidade das águas subterrâneas)
- ◆ **excluindo a** Reserva (=o requerimento das necessidades básicas humana e ecológicas).

O SUPAA usa três parâmetros chaves:

1. Parâmetros físicos (recarga & potencial de armazenar  
Parâmetros Anthropogenico/ecológicos (necessidades básicas humanas, requerimentos ecológicos, exclusão e inacessibilidade das zonas)
2. Parâmetros de Custo Profundidade da água e qualidade da água (excluindo os custos do poço e tubo).

SUPAA-model:



Reserva  
Fig.1

### 1.3.2 Como medir a Reserva para o Estuário ?

#### A qualidade da água

A qualidade da água no estuário é influenciada por inúmeros factores que incluem:

- Volume e a composição da água do rio no estuário
- Extensão da intrusão salina e a composição da água do mar
- O estado das ondas (altas ou baixas e a velocidade das ondas)
- A extensão da coluna de água estratificada
- Tempo de retenção da água no estuário

A qualidade da água em todo estuário não é uniforme. Usualmente, ela tem um gradiente horizontal de concentração, e um gradiente vertical estratificado. Estes gradientes diariamente estão acima das ondas.

### 1.4 Como classificar os peixes

Os indicadores da integridade biológica são aplicados e usados para classificar e agrupar as espécies e classe de peixes ou habitats de peixe nos rios, onde as características das secções do rio apresentam-se relativamente homogéneas.

O quadro de classificação do peixe tem sido categorizado com base:

- ◆ Nos indicadores de níveis de tolerância e taxas de frequência do peixe
- ◆ Preferência e especialização do peixe
- ◆ Quantidade e qualidade de água
- ◆ A altitude e classes de escoamento - profundidade das secções do rio.

A aplicação dos indicadores da integridade biológica do peixe (*FAI - Fish Assemblage Integrity Index*) mostrou que não só podemos determinar as espécies de peixe por segmento de secção, mas também as espécies de peixe por tipo de habitats. Esta relação permitiu o desenvolvimento do modelo *IBI - Index of Biotic Integrity* nos Estados Unidos da América, . Kleynhuis na África do Sul adaptou-o ao 'Fish index' a base de altitude, profundidade e caudal, qualidade de água e a homogeneidade dos peixes.classe e espécies. Integridade é o conceito para monitorar a habilidade de manter os ecossistemas, e a população de espécies.

A metodologia desenvolvida requeria certos critérios em termos de propriedades estatísticas para determinar o seu potencial e fornecer a qualidade existente do peixe no rio. Por exemplo na RSA os critérios permitiram definir a condição ecológica ou a integridade biológica dos rios para a sua gestão com base na lei de água do país.

### **O que é IBI ?**

Karr(1996) define IBI como “the ability to support and maintain a balanced, integrated, adaptive community of organisms having a full range of elements (genes, species and assemblages) and processes (mutation, demography, biotic interactions, nutrient and energy dynamics, and metapopulation processes) expected in natural habitat of the region”

O método IBI ganhou popularidade nos EUA (1981), Canada (1988), México (1995), França (1992) e Namíbia (1996), o que permitiu a sua adaptação em versões para o uso em diferentes regiões. Também foi aplicado no rio Crocodilo na RSA (Incomati System, Mpumalanga Province, 1999).

O método mostrou que requer detalhes históricos e informação ecológica e não indica o nível de degradação da integridade biótica, causada pela intensidade da pesca e outras formas de uso da água do rio.

### **Como proceder a análise do método IBI ?**

- O método requer sinóptico natural dos indicadores, como *fish habitat segments*, que permite descrever as modificações da degradação do peixe nos segmentos onde habita o peixe, com base em altitude e, procura-se avaliar em cada segmento da secção do rio vários pontos de amostras com base na vegetação, descontinuidade dos bancos de rochas, substratos e macrofatis aquáticos.
- A colecta de amostra de habitats de peixes é categorizado de acordo com as classes de escoamento (lento/rápido) e profundidade (raso/profundo). As amostras de peixes colectado devem ser classificados em classes, segundo a integridade biótica e em espécies segundo as taxas de frequência e de tolerância dos habitats.
- Calcular o FAII para determinar a linha base de comparação dos valores observados e os calculados, o que permite o enquadramento destes valores em sete taxas de classe de a-F, onde cada classe apresenta a sua integridade biótica e a descrição generalizada.

### **1.5 Avaliação da vegetação ribeirinha**

O RVI (Índex de Vegetação Ribeirinha) determina o estado da vegetação junto ao seguimento básico do rio. A avaliação é qualitativa de acordo com o número de critérios (vegetação removida, cultivada, construção, inundação, erosão/sedimentação e espécies exóticas) na zona ribeirinha.

Feita a avaliação dos indicadores faz-se a **Avaliação de ecossistemas**.

De acordo com RHP(River Health Program) a avaliação é feita tendo em conta o grau de modificação em relação a integridade ecológica que existe em cada sector do rio.

Assim a avaliação compreende duas etapas:

**1- Classificar a integridade ecológica** - Estabelecer a classificação de vários graus de modificação da integridade do ecossistema; isto compreende:

- Demarcar o ecossistema do rio:
  - De acordo com informação biológica e habitat, baseada no grau de modificação nas condições naturais.
  - Cada indicador ecológico de grupo define as condições do lugar com a ausência do impacto humano. Esta definição é compatível com o conceito de integridade ecológica (Kleynhans, 1996) e é implícita a condição específica para os ecossistemas ribeirinhos.

**2- Estabelecer o estado ecológico e sua tendência**

- Determinar o presente grau de modificação da integridade de cada ecossistema em relação a referência de classificação.

Estabelecer a referência de classificação significa:

Nas condições naturais de ponto de partida “benchmark”, derivar cada indicador biológico de grupo a sua identificação no segmento do rio. Esta condição natural de ponto de partida “benchmark” é determinada por cada índice biológico para cada segmento do rio, onde são calibradas as modificações de acordo com o grau de modificação da integridade ecológica.

O esquema de classificação usa seis classes de divisão, associados aos seus índices. Por exemplo, a conjugação da classificação para a integridade do ecossistema (Kleynhans, 1996) e para a proteção dos recursos hídricos na África do Sul (DWAF, 1998), que vai de :

- Classe A - representa o estado natural
- Classe F - o estado crítico de modificação (vide Tabela 4)

**Tabela 4:** *Classificação da integridade Ecológica dos ecossistemas ribeirinhos, usada na avaliação dos resultados RHP.*

Class da Integridade do rio	FAIL (1) as % das benchmark natural (Kleynhans, 1999)	SASS as % of natural benchmark (Thirion, 1998)	SASS Score (2)	ASPT	RVI(4) as % of natural benchmark (Kemper, 1994)
A.-Não mensurável Modificação	> 90	90	70 to 89	variável >90	> 90
B-Não modificável largamente	80 to 89	80 – 89	70 – 79	< 90 80 - 89	80 – 89
C-Modificação moderada	60 to 79	60 – 79	70 – 79	variável < 80	60 – 79
D-Grandes Modificação	40 to 59	40 – 59		variável	40 – 59
E-Modificações serias	20 to 39	20 –39		variável	20 – 39
F-Modificação crítica	0 to 19	0 – 19		variável	0 –19

- (1) - Fish Assemblage Integrity Index (FAII)
- (2) - South African Scoring System (SASS)
- (3) - Average score per taxon (ASPT)
- (4) - Riparian Vegetation index (RVI)

Em resumo temos quatro (4) índices a usar para avaliar a integridade ecológica do rio, desde os peixes até a proteção dos recursos hídricos.

### **1.6 Avaliação social no uso local de recursos naturais**

Dentro dos modelos de IFR, EFR ou SUPAA, o tema da avaliação social é actualmente negligenciado. A literatura sobre o método 'Building Block' para a avaliação do caudal ecológico têm só uma referência sobre um inquérito social (Tharme & King: 1998,26), que procura explicar como a comunidade rural depende do sistema do rio.

Sharon Pollard and Anton Simanowits (1997) explicam a avaliação social do IFR's como:

“Para determinar o uso dos recursos do rio para comunidade rural que vive ao longo do rio, prova a avaliação qualitativa das dependências sobre a saúde do ecossistema do rio.”

No literatura sobre 'Determinação dos requerimentos da água doce do Estuário', o inquérito social foi mencionado como um requerimento da fase inicial, mas na avaliação inicial do Estuário de Thukela (Quinn:1997,29) a perspectiva social é escassa, e a avaliação da somente uma recomendação sobre o inquérito social, que deve receber maior atenção no EFR-process.

O IFR e EFR deve reportar quais são as mudanças nos recursos básicos da população local, causados pelas alterações de caudais. Por exemplo; quais são as mudanças nas espécies de vegetais usadas para comida, telhados de casa, medicamentos e propósitos culturais e a quantidade e qualidade de água para uso doméstico e agricultura.

Pollard & Simanowits mencionam múltiplos propósitos do uso local do recurso a volta do rio, para comida, medicamento, cultura e recreação, para construção e arte, e na religião, como o uso da água para o baptismo, para vias de transporte, entre outras, tais como irrigação. O rio tem as funções como dar de beber, tomar o banho, lavar, sem mencionar os bens a serem usados por outros animais (vertebrados como hipopótamos e crocodilos) para comida e outros propósitos. Eles somente analisam profundamente o uso do peixe como recurso e recordando o tipo de peixe. A comunidade prioriza as espécies de peixe como importante.

Pollard e Simanowits propõem algumas questões chaves:

- ◆ Quais são os recursos do rio usados?
- ◆ Onde eles ficam?
- ◆ Qual é a extensão do recurso?
- ◆ Quem usa os recursos particulares?

- ◆ Quando podemos usar o recurso (sazonal)?

Aproximando os dados pode-se fazer a relação entre as mudanças da descarga (ou o regime do caudal) na ordem de análise com os conflitos potenciais que ocorrem a volta do uso do recurso.

## **2. Questões ambientais no rio Incomati e o Estuário**

As principais questões ambientais a apresentar neste capítulo são:

- ◆ A Intrusão salina devido a baixos caudais
- ◆ O hipopótamo e outros animais perto do rio
- ◆ Processos costeiros e a sedimentação na desembocadura
- ◆ O peixe e outras questões marinhas

### **2.1. A bacia do rio Incomati**

O rio Incomati nasce na África do Sul no planalto do Transval, à cota de cerca de 1030 m, em Breyten, entre Carolina e Ermelo, entra na Suazilândia à longitude de 31° 05, 5', volta a entrar na África do Sul à longitude 31° 15,5' depois de percorrer 120 Km neste Reino. Na África do Sul, junto a fronteira com Moçambique em Komatipoort e Ressano Garcia o rio recebe o seu afluente Crocodilo e penetra em Moçambique, por garganta dos Libombos. Em Moçambique, o rio desagua por um estuário no Oceano Índico no Distrito de Marracuene, depois de percorrer 120 km no território Moçambicano(BSEM,1965:7)<sup>3</sup> (vide fig.5.3)

Esta bacia tem 14.925 Km<sup>2</sup> em território Moçambicano (32% dos 46.246 Km<sup>2</sup>, total da bacia, partilhada com a África do Sul e Suazilândia) (Gonzalez & Serraventoso,1999:9)

Na parte Moçambicana, actualmente, além da barragem de Corrumana, encontra-se infra-estruturas de regadio numa área aproximada de 26.000 ha, quase todos para cana de açúcar. As áreas mais a jusante, desde a Palmeira, a 80 km da foz, até esta, têm sido afectadas no período de estiagem, pela intrusão salina da água do mar, correspondendo a uma área de cerca de 11.000 ha (Gonzalez & Serraventoso,1999:9)

### **2.2. A Intrusão salina na desembocadura do rio Incomati**

Segundo Matola (1999:1) o fenómeno da intrusão salina é “caracterizado pela entrada da água salgada do mar no rio adentro misturando-se com água doce, tornando-a salgada, portanto imprópria para certos usos tais como o consumo humano e a irrigação”. Em geral a intrusão salina é máxima quando o caudal do rio é mínimo no período seco.

---

<sup>3</sup> Extraído do BSEM- Boletim da Sociedade de Estudos de Moçambique, 1965. 7pp

No rio Incomati, no período seco, de Maio a Novembro, a intrusão salina tem afectado as terras em redor da desembocadura. Trata-se de 70 a 80 km do Estuário. Isto é, no estuário deste rio, um caudal de 5 m<sup>3</sup>/s corresponde a um cumprimento de intrusão salina (distância da foz ao limite da intrusão salina andando pelo rio) de cerca de 40 Km (próximo da confluência com o rio Bobole). E, para um caudal de 0.1 m<sup>3</sup>/s “empurra” a intrusão salina a uma distância de 70 km da foz (Matola, 1999:1).

A população que vive nos arredores da desembocadura do rio necessitam de água potável especialmente no período seco para irrigação, industria e uso doméstico. E é neste tempo que a intrusão salina afecta negativamente o desenvolvimento potencial da Zona. As opções da cidade de Maputo usar a água subterrânea vinda dos planos de inundação do Incomati (Mahotas - Marracuene) é longe de ser viável.

A intrusão salina resulta da redução dos caudais do Incomati, associada a extracção da água para irrigação da cana-sacarina no baixo Incomati e a insuficiente entrada de caudais na fronteira da África do Sul.

De 1952-1975, o caudal mínimo que dava entrada na fronteira era de 8 m<sup>3</sup>/S. Em 1991 foi de 2 m<sup>2</sup>/S, no período seco este não é uniforme. Como podemos observar há uma redução dos caudais na ordem de 75% em 16 anos.

Moçambique depende dos caudais vindo dos países fronteiriços, e das contribuições nacionais, que correspondem 4 % do caudal do Incomati. Na parte Moçambicana, entre o Ressano Garcia/Komatipoort até o Sabie é a parte seca do rio, com baixos caudais vindos da África do Sul e fraca pluviosidade (400 - 600 mm/y) e alta evaporação (1700 mm/y). Quer dizer, que a participação moçambicana em termos de escoamento no rio é muito pouca.

Em Moçambique, consideramos três principais cursos do rio Incomati (vide F.2)

(I) A parte seca da fronteira até Sabie, onde a barragem de Corrumana regula os caudais em ordem de irrigação a jusante.

(II) A parte húmida, desde Sabie até ao rio Bobole, onde o potencial de irrigação é desenvolvido.

(III) O curso da intrusão salina, do rio Bobole até a baía, onde o padrão da água salgada mistura-se com a água doce do rio.

“...Antes de 1975 o rio Incomati nunca secou, tinha um caudal mínimo na ordem de 1 m<sup>3</sup>/s. Depois deste tempo a África do Sul teve um desenvolvimento rápido e os caudais do Incomati reduziram. Actualmente o rio, no período seco tem o percurso seco. Moçambique completou o seu grande armazenamento na barragem do rio Sabie, tributário que se junta ao Incomati e que garantia água para a cana-sacarina (a.o.Maragra) existente nos planos de inundação do baixo Incomati. Actualmente, o caudal nestas áreas é insuficiente para conter a intrusão salina durante o período seco.



O Incomati lança as suas águas na baía de Maputo, onde as suas ondas possuem características semi diurnas. Durante a maré alta, as ondas na baía são de 3m, mas devido a superfície do embocadura e do estuário, as ondas alta no Incomati são de 1.5 m “ (H.H.G. Savenije, 1992:32)

Como atrás se referiu, “no estuário do Incomati, um caudal mínimo de 5 m<sup>3</sup>/s corresponde a um comprimento de intrusão salina de 40 km, da foz ao rio Bobole. No período seco, um caudal mínimo de 0.1 m<sup>3</sup>/s a intrusão salina vai a uma distância de 70 km da foz”. Actualmente, no baixo Incomati o caudal não chega a alcançar os 5 m<sup>3</sup>/s por forma a reter a intrusão salina fora das áreas da agricultura (J. Matola, 1999)

A África do Sul não mantém o caudal mínimo na fronteira África do Sul/Moçambique, de acordo com os Acordos de Pigs Peak 1991 (2 m<sup>3</sup>/s); A barragem de Injaka na África do Sul foi construída sem consulta a Moçambique; na fronteira de Ressano Garcia/Komatipoort foram construídos açudes (represas) para os Sul Africanos, o que é ilegal e não consta na política do Governo de África do Sul. Especialmente a carga de sedimentos no período húmido aumenta devido a práticas de uso da terra a montante.

### **2.3 Água necessária para irrigação na bacia do rio Incomati**

Actualmente, as áreas irrigadas em Moçambique rondam em volta de 35. 000 ha (Consultec,1998), retirando 125 000 ha de infra-estruturas. Este valor é resultado dum decréscimo desde 1968 quando eram 65. 000 ha e em 1987 eram 42.000 ha (Gomes & Famba, 1999.6). Moçambique tem uma área potencial de irrigação na ordem de 2 milhões ha (Gomes e Mihojlovich, 1986).

Na província de Maputo, na bacia do Incomati, existem 11.430 ha com esquemas de irrigação operacionais. Em 1993, SEHA reportou que o Incomati tinha 7.646 ha operacionais e 20.100 ha com infra-estruturas de irrigação, dos quais 2.000 ha estão afectados pela salinização. De qualquer modo, o INIA considera 255.000 ha do Incomati são potencialmente irrigáveis, dos quais 175.000 ha com alta qualidade (vide tabela 1).

Água necessária para irrigação é estimada em 11.500 - 12.000 m<sup>3</sup>ha/ano (SOGREAH, 1985, Euroconsult,1990), com 25-50 % de eficiência.

Em Moçambique, a bacia do rio Incomati, tem oito (8) esquemas de irrigação (veja tabela 2), dos quais dois são geridos em associações (ASSO) e Cooperativas (COOP): Moamba, Regadio de Sábie. Temos também duas plantações de cana-sacarina, Xinavane e Maragra, com um potencial de 15.500 ha; toda estas são privadas e neste momento iniciaram a sua reabilitação.

**Tabela 1. Áreas de irrigação (Ha) na Província de Maputo**

<i>Bacia</i>	<i>Em Operação</i>	<i>Com Infraestruturas</i>	<i>Operacional - recentes</i>	<i>Operacional - Antigas</i>
Maputo	100	900	2000	5 000
Umbelúzi	800	2700	8000	15 000
Incomati	10 030	21700	34450	100 000
Infulene	500	500	500	500
Total	11 430	25800	44950	110 500

Fonte: Gomes & Molhojlovich, 1986

**Tabela 2. Sistemas de Irrigação na bacia do Incomati em 1990**

<i>Sistema de Irrigação</i>	<i>Área (ha)</i>	<i>Área (ha) Irrigada</i>	<i>Sob controle (Propriedade)</i>	<i>Potencial (ha)</i>
A. Moamba	850	500	Estado	2 000
B. Sabie	800	600	"	36 000
C. Magude/Timanguene	2200	1700	"	6000
D. Xinavane	2000	1500	"	
E. Macia	16000	500	"	1000
F. Manhiça/Ilha Josina	3000	1000	Estado/Privad o	450
G. Maragra	4400	1400	"	12000
H. Marracuene	850	400	"	450
Pequenos Titúlos	1500	1000	Privado	--
Total	17 200	8600		57450

Fonte: kranendonk-DNA , 1991

### 3. Assuntos chaves para a saúde do rio Incomati e o Estuário

A identificação de aspectos chaves para avaliar o impacto ambiental da saúde do rio Incomati, é feito a partir da formulação de questões chaves que possam assegurar os pontos identificados. Estas questões apresentam-se em três pontos:

- ◆ Identificação das ecoregiões
- ◆ Identificação de assuntos chaves
- ◆ Questões de pesquisa levantados com base na leitura bibliográfica

#### 3.1 Identificação das Ecoregiões

1. O mapa de eco regiões para o rio Incomati pode ser elaborado com base nas fotografia aéreas e do GIS. O banco de dados digital em MapInfo da bacia do rio Incomati, podemos encontrar na Direcção Nacional de Água, Departamento de Gestão de Recursos Hídricos, Gabinete GIS.

A classificação do rio Incomati em ecoregiões deve ser considerada um sistema, onde se possa conjugar numa forma integrada todos os componentes das regiões, como regiões bióticas, regiões de qualidade de água e regiões hidrológicas.

Segundo Eekhout (1994:76) na classificação do rio para atingir uma integridade é essencial examinar quatro componentes (1) a precisão dos dados na escala espacial e temporal, (2) as medições de variabilidades dentro das regiões, (3) as medições de variabilidade entre as regiões e (4) a confiança dos limites nas posições de fronteiras.

2. A definição de ecoregiões do rio Incomati deve-se basear em critérios específicos, como altitude, precipitação, evaporação, vegetação, geologia vs solos locais, ... em diferentes regiões de influência do rio.

### **3.2 Identificação de assuntos chaves**

1. Quantidade de Água

- Dados hidrológicos
  - *Escoamento do caudal mínimo*
  - *Escoamento do caudal que dever ser mantido*
  - *Cheias*
  - *Secas*

2. Qualidade de Água

- *Intrusão salina*
- *Plantas aquáticas*

3. Sedimentação

- *Sedimentos suspensos*
- *Sedimentos da profundidade*

4. Vegetação ribeirinha

5. Habitates: peixes e passarinhos

6. Avaliação social no uso de recursos naturais locais

### **3.3 Questões a investigar nos assuntos chaves**

1. O que é para nós a “Saúde” do rio Incomati ?
2. Quais são os critérios a usar na identificação das Ecoregiões considerando os diferentes locais da bacia do rio Incomati?
3. Como analisar a quantidade de água nos diferentes países (South Africa, Swaziland and Mozambique) e os métodos de avaliação rápida?
4. Quais são os indicadores e os métodos de avaliação rápida da qualidade de água?
5. Qual é a classificação do sistema, se nós considerarmos o sedimento no sistema ou o Index da saúde do estuário?
6. Como incorporar a “scale” na classificação do sistema do rio Incomati?
7. Como combinar a situação da saúde do rio e a avaliação do impacto social no uso local dos recursos?
8. Quais são os suportes do sistema no desenvolvimento da ligação entre a situação da saúde do rio e as necessidades de gestão?

### **3.4 Questões levantados com base na leitura bibliográfica**

Algumas questões são levantadas após a revisão bibliográfica, tais como:

Como analisar a quantidade e qualidade da água do rio Incomati ? Dentro destas ainda se levanta outras questões :

- ◆ Qual o modelo ideal a usar para análise da quantidade de água que escoar ao longo dos anos?
- ◆ Quais os indicadores que devem ser considerados na análise da qualidade de água, dos peixes, invertebrados e vegetação.

Para responder à estas e outras questões, a bibliografia consultada adianta os seguintes dados:

#### **4.1 Analise da quantidade de água que escoar ao longo dos anos**

Em Moçambique não existem dados periódicos e representativos sobre o rio Incomati. Os dados existentes sobre os caudais mensais é que constituem a base fundamental para a extrapolação de informação. Este problema de falta de dados deve-se ao não funcionamento adequado das estações hidrolométricas e pluviométricas em diferentes regiões do percurso do rio.

Falando dos modelos a usar , o *Instream Flow Incremental Methodology* (IFIM) apresenta vários modelos que podem ser aplicados para a análise da quantidade e qualidade de água do rio (Tharme,1996:39); o que é necessário é definir cenários específicos para determinar o escoamento mínimo requerido, o escoamento que deve ser mantido e simular as previsões de cheias e secas.

Para obtenção de dados hidrológicos estimados em Moçambique das bacias hidrográficas, os técnicos da DNA (Direcção Nacional de Água), aplicam o modelo *River Basin System WAFLEX* (Matola,1998:32) que permite obter resultados das médias mensais do caudal do rio, para um período de 30 anos.

#### **4.2 Analise da qualidade da água do rio Incomati**

O estuário do rio Incomati têm sofrido problemas de intrusão salina. Segundo Matola (1999:1) a entrada da água salgada do mar no rio adentro misturando-se com a água doce, torna-a salgada ou salobra portanto imprópria para certos usos tais como o consumo humano e a irrigação. Este problema afecta aos pequenos agricultores que cultivam na margem do estuário, e o habitats (peixe, aves) devido as mudanças ecológicas que se regista.

Na selecção dos indicadores a considerar na análise da qualidade de água, o artigo de Norris, R.H., Hart,B., e Bell,C.,(1993) em *Monitoring River Health Initiative* apresentam pormenores metodológicos que permitem compreender o processo de monitoramento de indicadores bases para avaliação da situação física, química e biológica de um determinado rio, a partir das experiências

obtidas nos estudos dos rios da República da África do Sul e do continente Australiano.

A identificação de indicadores do River Health incide em aspectos biológicos do rio e considera -se que (1) a avaliação do River Health é um processo complicado que requer ou envolve parâmetros ou indicadores físicos, químicos e biológicos;

(2) os indicadores que devem ser analisados com maior ênfase são os biológicos;

(3) o questionário deve cobrir muitos aspectos de uso biótico para avaliar a qualidade de água; e,

(4) o monitoramento do River Health deve permitir:

- Colecta de informação biológica para permitir a comparação em diferentes regiões do rio;
- Avaliação dos ecossistemas do rio com base nos padrões espacial e temporal;
- A padronização dos dados colectados com base nas políticas e estratégias nacionais na gestão da qualidade de água.

Recomendam que os indicadores biológicos a considerar são:

1. macroinvertebrados aquáticos (frequência de amostras mínimo 2x /ano, identificação do nível das famílias dos invertebrados);
2. peixe (pode ser incluído nas amostras de invertebrados);
3. algas (componente importante no ecossistema do rio);
4. habitats (pode ser avaliados em conjunto com outros indicadores);

No processo de identificação dos indicadores biológicos deve-se considerar os físicos e químicos como importante para uma interpretação adequada dos dados biológicos

### **4.3 A situação da vegetação ribeirinha e sedimentação**

A região do estuário do rio Incomati ( entre Xinavane e Marracuene) ocorre uma proliferação excessiva de certas algas, fenómeno conhecido como *floração das águas*; observa-se aí um acentuado aumento na população de algas filamentosas do género *Cladophora* que forma um tapete superficial sobre as águas (vide mapa 3)

Segundo Paulino (1993:139-140) este fenómeno denomina-se *Eutrofização*, pelo qual a água é enriquecida por nutrientes diversos, principalmente nitrogénio e fosfatados. A eutrofização resulta da lixiviação de fertilizantes utilizados na agricultura ou da adição excessiva na água de lixo e esgotos domésticos, além de resíduos industriais oriundos da indústria açucareira (Sociedade açucareira do Incomati). Esta situação favorece o desenvolvimento de uma superpopulação de microrganismos decompositores, que consomem rapidamente o oxigénio disponível. Em consequência, o nível de O<sub>2</sub> da água reduz drasticamente, acarretando a morte por asfixia das espécies aeróbias.

A proliferação destas algas dificulta também a passagem dos sedimentos e outras partículas suspensas ao longo do rio, quer no período chuvoso, quer no período seco.

O processo de sedimentação do rio é caracterizado pelo nível elevado do assoreamento, o que cria implicações na redução da profundidade do rio, como resultado de vários problemas conjunturais que afecta o rio Incomati, como a redução dos níveis de caudais no período seco, cheias frequentes no período chuvoso, falta de manutenção ou dragagem das áreas de maior importância para irrigação, fraca política coordenada de gestão da bacia do Incomati em geral.

#### **4.4 Análise da hierarquia de escala dos sedimentos dum determinado rio**

Brierley (1994:111) na sua análise de características geomorfológica dos rios distingue dois estilos de comportamentos: sistema aluvional e sistema não-aluvional. O sistema aluvional o rio é influenciado pelo elevados escoamentos que removem e transportam o material e criam fortes deposições nos leitos e no estuário, enquanto que o sistema não-aluvional o rio corre nas estruturas de rochas confinadas e os escoamentos não criam fortes deposições de sedimentos.

#### **4.5 Os indicadores para análise da saúde dos ecossistemas dos rios**

Experiências vindas dum programa de saúde do rio, no estudo de caso “Adaptive Assessment and Management of riverine ecosystems: the crocodile/eland's river case study”, adiantam que, para o estudo da saúde do rio Crocodilo foram usados indicadores biológicos para medir as atribuições de comunidades de peixes, invertebrados aquáticos e vegetação ribeirinha.

##### **4.5.1 Situação dos vertebrados no Incomati**

Perto e no rio Incomati os vertebrados que podemos encontrar são: coelhos, porco de mato, porco espinho, javali, hipopótamos, macacos, gazelas, galinha do mato, e pequenos gatos selvagens.

##### **4.5.2 Situação dos peixes no Incomati**

O uso do peixe analisou-se de acordo com a categoria de peixes e também de acordo com:

- Tolerância e o nível tráfico de preferência e especialização.
- Habitat preferencial e especialização.
- Fluxos de água requerida durante diferentes estágios da vida.
- Associações de peixes junto ao habitat e qualidade de água não modificada.

Dados existentes no trabalho de Boane (1998: sp), colectados em quatro locais do rio Incomati (em Moçambique), Palmeira, Manhiça Munguine e perto de Marracuene (Xichale); e um lago “Chuáli”, ligado ao rio (Incoloane), foram

identificados no rio Incomati 24 espécies de peixes. Estas espécies foram observadas em locais de água doce e salinas (Palmeira e Marracuene) (Vide mapa 3 e 4).

É importante salientar que o nível de salinidade no Rio Incomati aumenta gradualmente desde Palmeira (água doce) até Marracuene a poucos quilómetros do estuário (Boane, 1998:sp).

**Tabela 3.** *Espécies de peixes observadas no rio Incomati e o lago Chuali (um lago conectado indirectamente ao rio).*

<b>Especies</b>	<b>Lago Chuali</b>	<b>Palmeiara</b>	<b>Manhiça</b>	<b>Munguine</b>	<b>Marracuene</b>
<i>Protopterrus annectens</i>	-	+	+	-	-
<i>Hydrocynus Vittatus</i> *	+	+	-	-	-
<i>Marcusenius</i>	+	+	-	-	-
<i>Macrolepidotus</i> *	+	+	+	+	+
<i>Clarias Gariepinus</i> *	+	+	+	+	-
<i>Synodontis Zambezensis</i>	+	+	+	-	-
<i>Schilbe intermedius</i>	+	+	-	-	-
<i>Micralestes acutidens</i> *	+	-	-	-	-
<i>Cyprinus carpio</i>	-	+	-	-	-
<i>Labeo rosae</i> *	+	+	-	-	-
<i>Barbus paludinosus</i>	+	+	-	-	-
<i>Barbus sp</i>	-	+	-	-	-
<i>Opsaridium zambezense</i>	-	+	+	-	-
<i>Serranochromis meridianus</i>	+	+	+	-	-
<i>Tilapia rendalli</i>	-	+	+	+	+
<i>Oreochromis mossambicus</i>	-	+	+	-	-
<i>Brycinus Imberi</i> *	+	+	+	+	+
<i>Glossogobius giuris</i>	+	+	-	-	-
<i>Anguilla mossambica</i> *	+	+	+	-	-
<i>Anguilla bengalensis Labiata</i> *	+	+	+	-	-
<i>Anguilla marmorata</i> *	-	-	-	-	+
<i>Acanthopagrus berda</i> *	-	-	-	-	+
<i>Sillago sihama</i>	-	-	-	-	+
<i>Ambassis natalensis</i>	-	-	-	-	+
<i>Cynoglossus senegalensis</i>	-	-	-	+	+
<i>Não identificado Praw espeies</i>					

Legenda: + = Presentes; - = Não observados; \* Espécies de peixes migrantes

Boane (1997) citando Gaigher (1969) adianta que foram alistados outrora no rio Incomati 38 espécies de peixe, dos quais 24 por Schulz (1994). Das espécies identificadas 16 foram observadas actualmente na parte Moçambicana.

Os dados constantes na tabela 3 não são conclusivos, porque a distancias entre os locais observados são muito diferenciados. Isto quer dizer que há possibilidade que entre os locais existam habitats específicos com espécies de peixes não alistado na tabela.

Comparações feitas por Boane (1997) entre os dados da tabela 3 e os do Gaigher (1969) indicam a existência de algumas diferenças de presenças de espécies, precisamente próximo do estuário. Trata-se actualmente da presenças de *A. berda*, *S. Suhama*, *A. natalensis*, *C. Senegalensis*. Estas espécies outrora não existiam no estuário

### 4.5.3 Aspectos biológicos de algumas espécies de peixe

Boane (1997) explica que “considerando as características do rio, certas condições ecológicas requerida por algumas espécies e a complexidade que apresentam os lagos, isto é temporários ou permanentemente ligados ao rio, podemos dizer que o rio Incomati por si só não tem barreiras desde o estuário até a fronteira entre Moçambique e a África do Sul. Isto porque a dois anos atrás, durante o período longo de seca o rio tornou-se intermitente. Algumas partes do rio secaram absolutamente e os peixes migraram para as áreas de água permanente e lagos com condições ecológicas péssimas.

O nível de migração dos peixes presentes na tabela 1 é variável em termos de distância, chegando mesmo a cruzar o canal de Moçambique no oceano Índico. Trata-se das Enguias que se reproduzem no Oceano Índico perto de Madagáscar e no seu estágio de larva (*leptocephalus*) movem-se com as correntes até ao estuário e rio onde completam o seu crescimento. Já maduras retornam para o mar, mudando o seu habitat.

Temos outras espécies tais como o peixe Gato que move em pequenas distâncias do fundo a superfície do rio ou do lago. Além destas espécies, no rio Incomati temos o *Cyprinus carpio* (espécie exótica) com grande tolerância de variação das condições de baixos caudais. Este peixe não é abundante no rio Incomati comparando com o lago Chuáli. No lago encontramos este peixe com cerca de 60 cm de comprimento.

Este tipo de peixe a população local chama-o incorrectamente (em Manhiça e Chuáli), por “Tainha” e é considerado pelas populações locais como o mais gostoso e mais consunido na sua dieta.

No rio Incomati, encontramos também algumas especies de peixes raros, é o caso de *Serranochromis meridianus*. Este peixe prefere caudais baixos junto as margens. Entretanto, foi observado nos lagos conectados ao rio Incomati.

### 4.5.4 Situação dos Invertebrados no Incomati

Estudos existentes sobre análise dos invertebrados para a “saúde dos rios” orientam o usado do sistema South African Scoring System (SASS). Este Índice se baseia na presença de famílias de macroinvertebrados aquáticos e a sensibilidade deste em relação a mudança de água.

Dos cinco locais acima indicados foram observados nas margens do rio diversas espécies de repteis. Trata-se de *Varanus niloticus* e *Crocodilos niloticus*. Os Crocodilos são frequentes em alguns tributários e lagos conectados ao rio Incomati.

O mesmo estudo identificou alguns moluscos comuns, no distrito da Manhiça, trata-se de: *Lanistes ovum ovum Peters*, *Bellamyia capillata (Fraeunteld)* *Gabbiela sp. Melanoides turberculata (Muller)*, *Aspatharia wahlbergi*.



#### 4.5.5 Uso social de recursos a jusante do Rio Incomati

De Boer e Baquette (1998:211)<sup>4</sup> dizem que a volta da Reserva de Elefantes de Maputo no Sul de Moçambique, em geral as plantas são os recursos mais importantes - especialmente árvores fruteiras e plantas de uso para construções - e são muito mais exploradas mais que os animais e peixes. De qualquer modo em cada lugar o uso dos recursos é diferente, de acordo com o lugar específico e os procedimentos a levar. Por isso a abordagem local específica deve ser usada cada vez mais.

Na bacia do Incomati, a 50 km da jusante, palha e madeira do mangal são importantes recursos para a população local<sup>5</sup>. Durante os meses de Novembro, Dezembro, Janeiro as palhas são cortadas e transportadas em barcos para o mercado da região de Marracuene, onde a madeira e as palhas são vendidas diariamente, e constitui a base da construção das casas dos locais da região. Todas as casas (>100.000) são produzidas deste material por ano, os membros da família reconstruem ou improvisam casas, preferencialmente depois da época chuvosa.

Para o IFR ou EFR da jusante do Incomati, os recursos do rio, a ser investigados são:

- ◆ Água do rio para beber, lavar, para banho dos homens e do gado
- ◆ Água do rio como via de transporte para os barcos
- ◆ Palhas para construção de casas, telhas e venda comercial
- ◆ O mangal e outras árvores para combustível lenhoso, carvão e construção
- ◆ Frutas para o consumo e venda comercial
- ◆ Peixe para o consumo e venda comercial (Tilapia Moçambique, clarias)
- ◆ Animais para consumo e venda (bushpig, hippos, monkeys, crocodiles)
- ◆ Plantas e animais para uso medicinal e venda comercial

O rio é por si só um importante recurso ,como um bem. Esta é a principal fonte para beber água, lavar, tomar banho o homem e o gado e via para transporte fluvial.

Com as mudanças do nível de água ou os efeitos directos na qualidade, na vida diária da população local, que muito dependem duma forma de subsistência e da pesca, relevantes questões se colocam para a jusante de Incomati:

- ◆ Qual é o valor económico e da sobrevivência dos recursos a usar do rio?
- ◆ Como e quando o recurso básico é afectado pelas mudanças do nível da água ou da qualidade?
- ◆ A quem afecta a mudança do recurso base?

---

<sup>4</sup> based on 200 interviews at four different places.

<sup>5</sup> based on personal observation during the field visits in 1997,98,99.

## Referencias:

- Anónimo.(1965) Contribuição para o estudo hidrologico da bacia hidrográfica do Incomati, rios Comati e Crocodilo (Africa do Sul e Swazilandia). Boletim da sociedade de estudos de Maçambique. LM. 35(143). Abr. Jun. 1965.
- Freitas, A.J. & J.M. Araújo.(1973) Status of the penaeid shrimp stocks of Mozambique. ICSEAF 73/S.P. No. 14:271-277.
- Gjosaeter, J. & M.I. Sousa. (1983) Reproduction, age and growth of the kelee shad, HILSA KELEE (Cuvier, 1829) (Pisces: Fam. Clupeidae) with information on its fishery in Maputo Bay, Mozambique. Rev. Inv. Pesqu. 8:53-80.
- Gjosaeter, J. & M.I. Sousa. (1986) A preliminary assessment of the fisheries for kelee shad and shrimp in Maputo Bay. In report of a consultancy to Instituto de Investigação Pesqueira. Maputo.
- Monteiro, c.c. (1974) Preliminary report of the magumba of flatherring (MACRURA KELEE) fishery in the Bay of Lourenco Marques. Coll. Sci. Pap., 1: 46-50.
- Sousa, M.I. (1985) Actidade de pesca de emalhe e de arrasto na baia de Maputo em 1984. Bol. De divulg. No. 10. I.I.P. Maputo. 9 pp.
- Sousa M.I. (1987) Estimativa da captura total de peixe e camarão das pescarias de emalhe e de arrasto da baia de Maputo, em 1985. Bol. De Divulg. No. 17. IIP Maputo. 42 pp.
- Sousa M.I. (1990) Informação sobre a fauna acompanhante de camarão da baia de Maputo de Janeiro /80 a Agosto/81. Rel. No.14 IIP. Maputo. 30 pp.
- Van de Berg, M., Cambule, A. Dukker, P. Menete, Z. (1996) Erosão na Macaneta. Propostas de Protecção. Relatório Interno. FAEF-Universidade Eduardo Mondlane.

## 5. Referências

- Arthington, A.H.; Pusey, B.J.(1994) River health assessment and classification based on the relationships of flow regime, habitat and fish assemblage structure In: Uys, M.C. (1994) Classification of Rivers, and Environmental Health Indicators. Proceedings of a Joint South African/Australian Workshop. Cape Town
- Boane, C. (1997) Fish Fauna of Incomati River (unpublished )
- Boletim da Sociedade de Estudos de Moçambique. (1995) Contribuição para o Estudo Hidrológico da Bacia Hidrográfica do Incomati Rios Comáti e Crocodilo (Africa do Sul e Suazilândia).
- Boulton, A.J. (1999) An overview of river health assessment: philosophies, practice, problems and prognosis. University of New England, Division of Ecosystem Management, Armidale, NSW 2350, Australia In: Freshwater biology, vol 41, no 2, p 469-479 (11 pages)
- Brierley,(1994) River Reach Analysis As A Geomorphic Tool For River Classification. In "Classification of Rivers, and Environmental Health Indicators" Proceedings of A Joint South African – Australian Workshop, Cape Town, February 7-11-1994, Editorial Board: J.H. O’Keeffe, B.T. Hart And J.M. King Edited By Mandy C. Uys, South Africa.
- Bunn, S.E.; Davies, P.M.; Mosisch, T.D. (1999) Ecosystem measures of river health and their response to riparian and catchment degradation. In:Freshwater biology, vol 41, no 2, p 333-345.
- CSIR Report Env-S-I 9916 (1999) Manual - Approach and Methodologies applied by the CSIR in Estuaries.
- Cullen, P.; Harris, J.; Schiller, C. (1999) Rivers and fish in stress: The NSW Rivers Survey.
- Davies, P.E. (1994) River Bioassessment manual.
- Davies, P.M. (1994) Ecosystem processes: a direct assessment of river health. In: Uys, M.C. (1994) Classification of Rivers, and Environmental Health Indicators. Proceedings of a Joint South African/Australian Workshop. Water Research Commission Report: TT 63/94.
- DNA, (1991). Gestão de Recursos Hídricos na Bacia Hidrográfica de Incomati, Vol 1, Leo Kranendonk UNDTCD.
- Eekhout, S (1994) Requirements Of Potencial Users Of A National River Classification. Unpublished Report. Freshwater Research Unit, University Of Capetown. In "Classification Of Rivers, And Environmental Health Indicators" Proceedings Of A Joint South African – Australian Workshop, Cape Town, February 7-11-1994, Editorial Board: J.H. O’Keeffe, B.T. Hart And J.M. King Edited By Mandy C. Uys, South Africa
- Fairweather, P.G. (1999) State of environment indicators of 'river health': exploring the metaphor. In: Freshwater biology, vol 41, no 2, p 211-220.
- Hart, B.T.; Campbell, I.C. (1994) Assessment of river 'health' in Australia. In: Uys, M.C. (1994) Classification of Rivers, and Environmental Health Indicators. Proceedings of a Joint South African/Australian Workshop. Water Research Commission Report: TT 63/94.
- Heyink Leestemaker J and Jose Matola (1999) Towards a more integrated management of the Umbeluzi river, experiences from Mozambique. Proceedings of the KNPRRP-Conference on Integrated Management of River Ecosystems: an international Experience, 10-11 August 1999, Kruger park, South Africa
- Hughes, D.A (1999) Hydrological information requirements for the determination of the ecological reserve for South African rivers, Institute for Water Research, Rhodes University, South Africa

- Jowett, I.G., *Instream Flow Methods: A Comparison Of Approaches*. Niwa, box 11-115, Hamilton, New Zealand
- Karr, J.R. (1999) Defining and measuring river health. In: *Freshwater biology*, vol 41, no 2, p 221-234
- Ladson, A.R.; White, L.J.; Doolan, J.A.; Finlayson, B.L.; Hart, B.T.; Lake, P.S.; Tilleard, J.W. (1991) Development and testing of an Index of Stream Condition for waterway management in Australia. In: *Freshwater biology*, vol 41, no 2, p 453-468 (16 pages)
- Maddock, I. (1999) The importance of physical habitat assessment for evaluating river health. In: *Freshwater biology*, vol 41, no 2, p 373-386.
- Matola, J.R. (1998) *Water Resources Planning Approach For Umbeluzi River Basin*. IHE, M.Sc Thesis, Delft
- Matola, J.R. (1999) *Um Método para a Determinação da Intrusão Salina em Estuários Aluvionais, sua Aplicação nos Estuários dos rios Incomati, Limpopo e Pungue*. Unpublished, Maputo.
- Norris, R.H., Hart, B. And Bell, C. 1993. *Core Indicators For Biological Assessment Of River Health, Monitoring River Health Initiative By Commonwealth Environment Protection Authority (Cepa), South Africa*
- Norris, R.H.; Thoms, M.C. (1999) What is river health? In: *Freshwater biology*, vol 41, no 2, p 197-209.
- National Aquatic Ecosystem Biomonitoring Programme [NAEBP], (1998) *State of the Crocodile River. SA River Health Programme*
- Rogers, K.; Biggs, H. (1999) Integrating indicators, endpoints and value systems in strategic management of the rivers of the Kruger National Park. *Freshwater biology*, vol 41, no 2, p 439-451
- Roux, D.J.; Everett, M.J. (1994) The ecosystem approach for river health assessment: a South African perspective In: Uys, M.C. (1994) *Classification of Rivers, and Environmental Health Indicators. Proceedings of a Joint South African/Australian Workshop*. Water Research Commission Report: TT 63/94.
- Roux, D.J.; Kleynhans, C.J.; Thirion, C. (1997) Poster paper 6.23. Biological monitoring and assessment of rivers as a basis for identifying and prioritising river management options. CSIR
- Roux D.J., C.L. Kleynhans, C Tirion, L Hill, Js Engelbrecht, Ar Deacon and Np Kemper *Assessment and Management of Riverine Ecosystems: the Crocodile/Elands River Case Study*.
- Roux, D.J.; Kleynhans, C.L.; Thirion, C. (1997) Biological monitoring and assessment of rivers as a basis for identifying and prioritising river management options. CSIR, Pretoria In: *Chemical Process Industries and Environmental Management. Selected Proceedings of the International Specialised Conference Sep 1997 Cape Town* (eds) Englande, A.J. Jr; N. Nyholm
- Tharme, R. (1996.) *Review Of International Methodologies For The Quantification Of The Instream Flow Requirements Of Rivers*. Water Law Review, Report For Policy Development, Commission By The Department Of Water Affairs And Forestry, Freshwater Research Unit, Zoology Department, University Of Cape Town, Final Report, Rsa, 111p.
- Townsend, C.R.; Riley, R.H. (1999) Assessment of river health: accounting for perturbation pathways in physical and ecological space. In: *Freshwater biology*, vol 41, no 2, p 393-405

Turak, E.; Flack, L.K.; Norris, R.H.; Simpson, J.; Waddell, N.(1999) Assessment of river condition at a large spatial scale using predictive models.  
In:Freshwater biology, vol 41, no 2, p 283-298

Smith, M.J.; Kay, W.R.; Edward, D.H.D.; Papas, P.J.; Richardson, K.StJ.; Simpson, J.C.; Pinder, A.M.; Cale, D.J.; Horwitz, P.H.J.; Davis, J.A.; Yung, F.H.; Norris, R.H.; Halse, S.A. (1999) AusRivAS: using macroinvertebrates to assess ecological condition of rivers in Western Australia. In: Freshwater biology, vol 41, no 2, p 235-252

Uys, M.C. (1994) Classification of Rivers, and Environmental Health Indicators. Proceedings of a Joint South African/Australian Workshop. Water Research Commission Report: TT 63/94.