

# **COMISSÃO DE INQUÉRITO AO ACIDENTE DA BARRAGEM DE MASSINGIR**

- Prof. Álvaro Carmo Vaz, Presidente
- Eng. Rui Gonzalez
- Doutor Benjamim Alfredo
- Prof. Carlos Quadros
- Dra. Isabel Zucule

## **RELATÓRIO**



**MAPUTO, 16 DE JUNHO DE 2008**

# RELATÓRIO DO INQUÉRITO AO ACIDENTE DA BARRAGEM DE MASSINGIR

## ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO
2. BREVE HISTORIAL DA BARRAGEM DE MASSINGIR
3. GESTÃO DA BARRAGEM / ALBUFEIRA
4. RESPONSABILIDADES NO PROCESSO DE REABILITAÇÃO
5. DESCRIÇÃO DO ACIDENTE
6. ANÁLISE DAS POSSÍVEIS CAUSAS DO ACIDENTE
7. CONSEQUÊNCIAS DO ACIDENTE
8. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

## 1. INTRODUÇÃO

### O ACIDENTE NA BARRAGEM DE MASSINGIR EM 22 DE MAIO DE 2008

No dia 22 de Maio de 2008, 5ª feira, entre as 14h30 e as 15h, registou-se um grave acidente na barragem de Massingir na zona das descargas de fundo. Esse acidente originou uma descarga não controlada na ordem de mais de 1,000 m<sup>3</sup>/s que danificou seriamente a estrutura de betão armado das descargas de fundo, provocou grandes erosões nos aterros circundantes e originou uma pequena cheia a jusante. A situação apenas foi controlada cerca das 13 h de sábado, 24 de Maio, com o fecho das comportas ensecadeiras das descargas de fundo, estando actualmente a barragem em condições minimamente seguras.

### CRIAÇÃO DA COMISSÃO DE INQUÉRITO

No dia 27 de Maio de 2008, o Conselho de Ministros aprovou a resolução nº 17/2008 criando uma Comissão de Inquérito para o apuramento das causas e consequências da ocorrência. A Comissão incluía os seguintes membros:

- Álvaro Carmo Vaz, presidente
- Rui Gonzalez
- Benjamim Alfredo
- Carlos Quadros
- Isabel Zucule

A Comissão poderia solicitar a colaboração de outras entidades em razão das matérias, devendo apresentar o seu Relatório Preliminar no prazo de 21 dias.

O Anexo 1 contém cópia da Resolução nº 17/2008 de 27 de Maio.

## 2. BREVE HISTORIAL DA BARRAGEM DE MASSINGIR

### PROJECTO INICIAL

A barragem de Massingir, situada no rio dos Elefantes, afluente principal do rio Limpopo, era uma componente importante para o desenvolvimento hidroagrícola do Vale do Limpopo, na concepção desenvolvida pelo Eng. Trigo de Morais durante o período colonial.

A primeira fase desse desenvolvimento consistiu na construção do regadio do Chokwè e da barragem de Macarretane em meados da década de 1950, o que permitiu a instalação do colonato do Limpopo com famílias vindas de Portugal. A barragem de Massingir destinava-se a permitir expandir a área de rega, atendendo à quase nula capacidade de regularização de escoamentos da barragem de Macarretane.

Em meados da década de 1960, a empresa portuguesa COBA foi contratada para preparar o projecto da barragem. O projecto inicial era o de uma barragem cerca de 15 m mais baixa que a actual barragem de Massingir e com um comprimento de coroamento muito inferior aos actuais 4630 m. Quando o projecto da barragem já estava bastante avançado, registou-se uma seca gravíssima na bacia do rio Limpopo, com enormes impactos negativos no colonato do Limpopo, o que levou o Eng. Trigo de Morais a solicitar à COBA que o projecto considerasse uma albufeira com muito maior capacidade. Daí resultou então uma barragem mais alta e bastante mais comprida, uma vez que a topografia da secção da barragem obrigou a construir um longo dique na margem direita.

É possível que esta alteração quase de última hora tenha levado a que as investigações geológicas e geotécnicas na zona do dique da margem direita não tenham sido adequadas, estando na base dos problemas de infiltrações através da fundação que viriam a ocorrer após a conclusão da 1ª fase das obras da barragem.

### DESCRIÇÃO DA BARRAGEM

A barragem de Massingir é uma barragem de terra com uma altura máxima de 46 m no vale principal, sendo a cota de coroamento de 130 m. O descarregador de cheias situa-se no encontro da margem esquerda da barragem, ficando a crista da soleira à cota 115 m e o topo das comportas (quando instaladas) à cota 125 m. Assim, enquanto as comportas não estivessem instaladas, o nível de pleno armazenamento (NPA) ficaria limitado à cota 115 m, reduzindo a capacidade da albufeira a menos de metade da capacidade com as comportas instaladas (NPA à cota 125 m).

O desvio provisório do rio para a construção da barragem foi feito na margem direita do vale principal e aí foram posteriormente instaladas as duas descargas de fundo e a conduta do circuito hidráulico para a futura central hidroeléctrica. Estas três condutas podem ser fechadas por comportas ensecadeiras a montante (do lado da albufeira) manobradas a partir de uma torre de comando. Não existe qualquer outro controlo na conduta do circuito hidráulico ao passo que as duas descargas de fundo são controladas por comportas de sector do lado de jusante da barragem. Toda esta zona corresponde à tomada de água.

Um longo dique situa-se à direita da tomada de água.

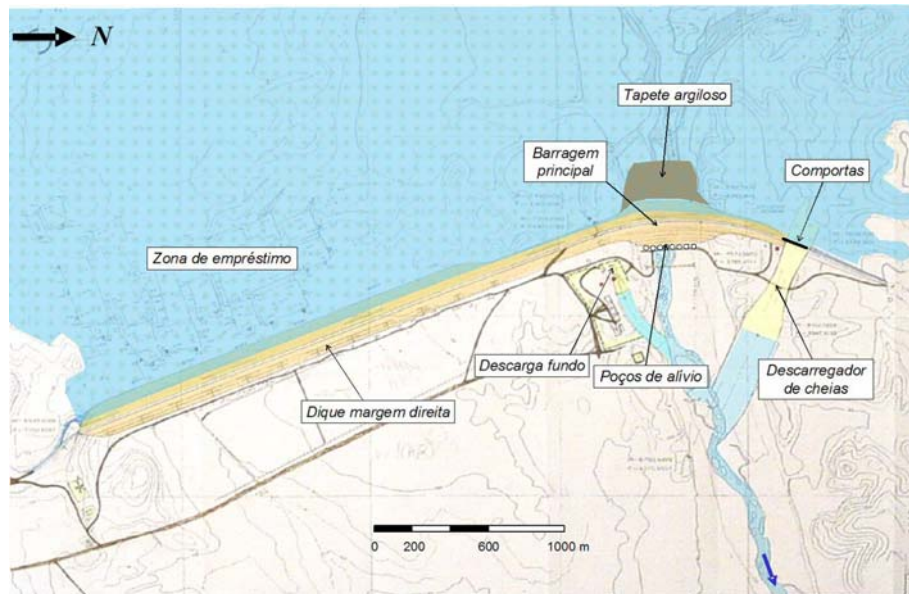
### CONSTRUÇÃO E ENCHIMENTO

A barragem começou a ser construída em 1972, tendo a obra sido adjudicada à empresa Tâmega. O Dono da Obra era o Gabinete do Limpopo que tinha a sua própria fiscalização, apoiada na parte dos ensaios laboratoriais pelo LEM – Laboratório de Engenharia de Moçambique.

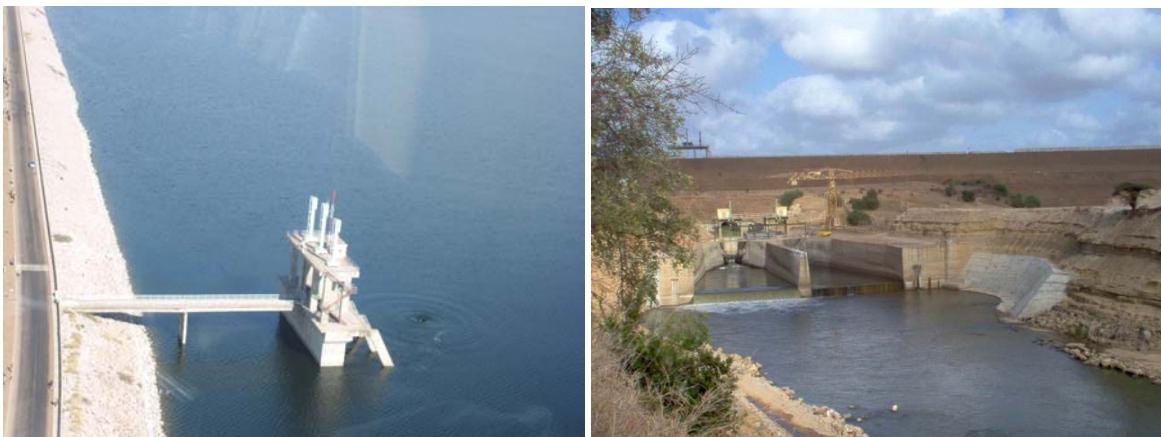
A partir de 25 de Abril de 1974, data do derrube do regime colonial-fascista em Portugal, houve diversas perturbações no decurso da obra. A situação melhorou após a Independência mas nessa altura verificaram-se problemas de direcção da obra (empregado) e com a fiscalização, tendo a situação apenas normalizado em 1976.

Em Fevereiro de 1977, verificou-se uma grande cheia no rio Limpopo que a barragem de Massingir, ainda incompleta, não conseguiu contribuir para minorar.

Os trabalhos da primeira fase foram concluídos em 1977, tendo a barragem sido oficialmente inaugurada em 31 de Outubro desse ano. Ficaram para uma segunda fase a instalação das comportas no descarregador de cheias e a construção da central hidroeléctrica (apenas possível após a instalação dessas comportas).



No esquema acima, está representada a planta da barragem de Massingir, vendo-se a localização das descargas de fundo, onde se deu o acidente, do descarregador de cheias e do dique da margem direita.



A foto da esquerda mostra a torre de comando da tomada de água, com os servomotores que controlam a abertura e fecho das comportas encaixadas nas descargas de fundo e do circuito

hidráulico para a central hidroeléctrica. A foto da direita apresenta uma vista de jusante das descargas de fundo, vendo-se a grua que viria a tombar durante o acidente. As duas fotos de baixo mostram o descarregador de cheias em funcionamento e uma vista da parte central da barragem a partir da torre da tomada de água.



Iniciou-se então o enchimento da albufeira. No primeiro semestre de 1978, quando a cota da albufeira se aproximava da cota 115 m, surgiram infiltrações a jusante do dique da margem direita e no próprio pé do talude de jusante, com arrastamento de partículas de solo da fundação, situação que a manter-se poderia levar ao colapso da barragem. As medidas tomadas de imediato foram de baixar a cota da água na albufeira e abrir os primeiros poços de alívio das subpressões.

Desta forma, a barragem manteve-se durante muitos anos sem exceder a cota considerada de segurança (111 m) e a instalação das comportas do descarregador de cheias e a construção da central hidroeléctrica foram adiadas até que o problema das infiltrações estivesse resolvido.

### REABILITAÇÃO E FINALIZAÇÃO

Com financiamento do BAD, foi iniciado em 1989 e concluído em 1993 um estudo de viabilidade da reabilitação e finalização da barragem. Esse estudo esteve a cargo da empresa indiana WAPCOS, sendo o cliente a Direcção Nacional de Águas – DNA. A DNA teve assistência técnica da empresa francesa COYNE ET BELLIER a quem competia garantir que o trabalho realizado pela WAPCOS obedecia ao padrão de qualidade exigida.

O estudo da WAPCOS propôs a realização dos seguintes trabalhos:

- Impermeabilização da fundação em certas zonas, através de injeções
- Construção duma banquetta estabilizadora no dique da margem direita
- Construção de um elevado número de poços de alívio ao longo do dique da margem direita e no vale principal, com uma vala de drenagem para escoamento da água recolhida
- Instalação das comportas no descarregador de cheias

O estudo da WAPCOS concluiu ainda pela viabilidade da central hidroeléctrica, embora com uma potência instalada inferior à inicialmente considerada (40 MW em vez de 60).

Novamente com apoio financeiro do BAD no valor aproximado de 90 milhões de USD, o projecto de reabilitação e finalização da barragem de Massingir voltou a arrancar em definitivo em 2003, sendo a componente principal do projecto MDSAR – Massingir Dam and Smallholder Agricultural Rehabilitation Project. O projecto MDSAR incluía, além da barragem, uma componente

hidroagrícola centrada em Xai-Xai. Para a sua execução, foi criada a seguinte estrutura:

- Uma unidade de implementação do projecto (PIMU), tutelada pela ARA-Sul, chefiada pelo Eng. Carlos Bonete e tendo como director na barragem de Massingir o Eng. António Comé
- Assistência técnica ao projecto MDSAR fornecida pela empresa sul-africana BKS, representada na barragem pelo Eng. Peet Viljoen;
- Consultoria da COYNE ET BELLIER para revisão dos documentos de concurso preparados pela WAPCOS e para fiscalização da empreitada, tendo como fiscal residente o Eng. A. Fablet;
- Empreiteiro de construção civil CMC África Austral, tendo como sub-empreiteiro a empresa sul-africana WBHO;
- Empreiteiro de equipamentos hidromecânicos DSD da Alemanha.

A empreitada iniciou-se em Abril de 2004 e foi concluída em finais de 2006. Para além dos trabalhos indicados pela WAPCOS, foram realizados por proposta do consultor COYNE ET BELLIER aceite pelo dono da obra após parecer positivo da assistência técnica (BKS) os seguintes trabalhos:

- Reforço das comportas do descarregador de cheias
- Construção de um parapeito de betão sobre o coroamento da barragem para aumentar a segurança em relação a cheias extremas
- Reparação dos equipamentos hidromecânicos das descargas de fundo (comportas ensecadeiras, comportas de sector, ensecadeiras de jusante e servomotores)

Para além disso, e tendo em consideração a grande cheia de 2000, o consultor considerou ser necessário um descarregador de cheias auxiliar para o qual se obtiveram fundos adicionais do BAD. O concurso para esse estudo foi ganho pela COYNE ET BELLIER em associação com a empresa moçambicana CONSULTEC, estando previsto o seu início para meados de 2008 o que já não irá acontecer devido ao acidente ocorrido.

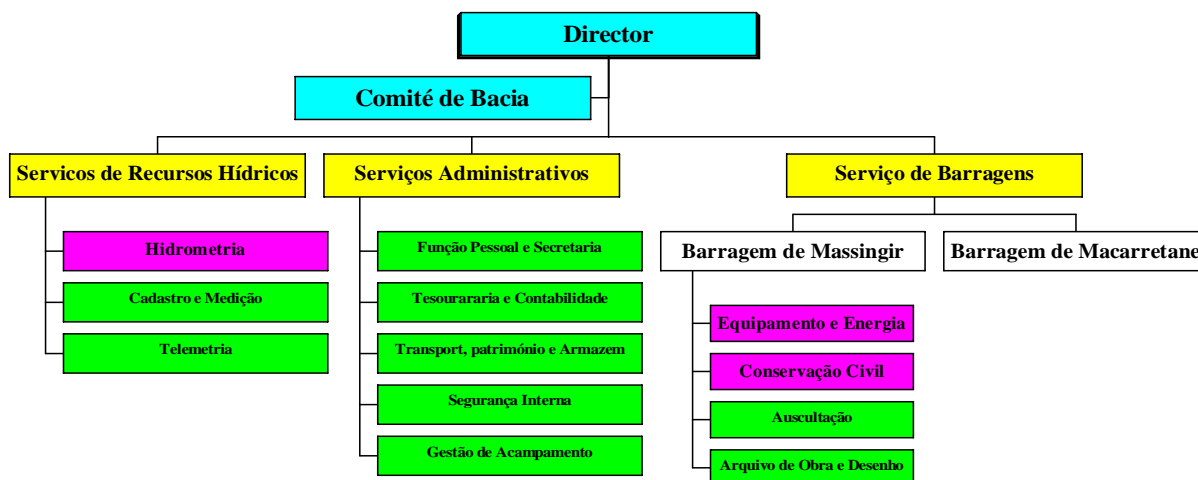
Chamamos a atenção para o facto de que em nenhum dos projectos de reabilitação, quer antes do início da empreitada quer durante o seu decurso, a estrutura de betão armado das descargas de fundo, onde se deu o acidente, foi objecto de análise.



### 3. GESTÃO DA BARRAGEM E ALBUFEIRA

A responsabilidade pela gestão da Barragem/Albufeira de Massingir é da competência da ARA-Sul, que a executa através da UGBL (Unidade de Gestão da Bacia do Limpopo), com sede em Chòkwé<sup>1</sup>. A figura seguinte apresenta o organigrama da UGBL.

Organigrama da Unidade de Gestão da Bacia do Limpopo



Estavam no quadro afecto à barragem de Massingir três engenheiros:

- António Comé, Director do projecto de reabilitação
- Óscar Sibia, responsável pela conservação civil
- Miguel Fernando, responsável pelos equipamentos hidromecânicos

Os dois últimos têm ainda relativamente pouca experiência profissional, particularmente em barragens.

Na barragem existe um sistema de observação através de um conjunto de diversos tipos de instrumentos que permitem analisar qual o estado de várias partes da barragem. Está instalado um total de 66 instrumentos em várias partes da barragem, nomeadamente: corpo da Barragem (aterro), descarregador de superfície e fundação. Não existem instrumentos para verificar o comportamento das descargas de fundo. Há 4 leitores encarregados de ler regularmente todos os instrumentos de observação e fazer o seu registo, de acordo com um Manual de Observação preparado pela COYNE ET BELLIER. A interpretação dos registos estaria a cargo da COYNE ET BELLIER, durante a vigência do seu contrato de fiscalização (até Outubro de 2007), passando essa responsabilidade para a ARA-Sul a partir daí. Nenhum técnico da ARA-Sul foi formalmente treinado para o efeito, como era requerido contratualmente. No passado algum treinamento foi realizado em Portugal para técnicos da ARA-Sul, alguns dos quais, no entanto, já não se encontram afectos à instituição.

A auscultação dos instrumentos de observação deveria ser complementada por inspecção visual da barragem. Não nos foi entregue nenhuma documentação sobre como tal inspecção visual deveria ser conduzida.

Não existem na barragem de Massingir quaisquer meios mecânicos (pá carregadora, grua, escavadora, basculante e outros) que permitam uma intervenção rápida em acidentes de menores proporções do que o ocorrido.

<sup>1</sup> Por não dispor ainda de instalações no Chokwè, a direcção da UGBL está provisoriamente sediada em Massingir.



O orçamento de funcionamento é insuficiente, levando a situações inaceitáveis do ponto de vista da segurança de uma grande barragem como, por exemplo, não haver energia 24h por dia para accionar as diversas comportas porque o orçamento disponível obriga a restringir o consumo de diesel.

A gestão da albufeira, em termos de satisfação das necessidades de água para utilizações a jusante, era da competência da sede da ARA-Sul em Maputo, sendo a operação diária das comportas da responsabilidade dos técnicos da barragem.

#### 4. RESPONSABILIDADES NO PROCESSO DE REABILITAÇÃO

##### INTERVENIENTES

A reabilitação da Barragem de Massingir envolveu cinco intervenientes dos quais se destacam os primeiros três que, pela sua relevância, importa fazer menção e destacar o papel no referido processo:

- WAPCOS;
- COYNE ET BELLIER;
- BKS;
- DSD;
- CMC DI RAVENA

Os primeiros três são consultores e os restantes dois são empreiteiros.

A WAPCOS foi a empresa que procedeu aos estudos técnicos e apresentou o projecto de reabilitação da barragem. A informação técnica produzida pela WAPCOS foi usada para a determinação dos objectos dos contratos das restantes duas empresas, a COYNE ET BELLIER e a BKS. A primeira teve a sua actuação como revisor do projecto de reabilitação da WAPCOS e como fiscal da Obra enquanto a segunda agiu como assistência técnica, apoiando o Dono da Obra, a DNA/MOPH.

Os contratos estabelecidos com as empresas BKS e COYNE ET BELLIER foram em Julho de 2001 e Outubro de 2001, respectivamente.

Da análise dos documentos que constituem a base da relação jurídico-contratual estabelecida entre a Direcção Nacional de Aguas e as duas empresas atrás referidas, pode-se concluir o seguinte.

##### CONTRATO COM A BKS – CONTRATO ICB 03 – TECHNICAL ASSISTANCE SERVICES

O contrato foi financiado pelo BAD e tinha a duração prevista de 5 anos a partir de Julho de 2001, tendo o valor de cerca de 3.9 milhões de USD. O contrato incluía um conjunto de anexos, dos quais tem particular relevância o Anexo A (*Terms of reference*) que contém os dados sobre o *escopo do trabalho* objecto do contrato de Assistência técnica.

Transcreve-se o ponto 2.5 do Anexo A:

*2.5. The Major components and sub-components of the project are as follows:*

*2.5.1. Rehabilitation of the Massingir Dam*

*2.5.1.1. The Dam rehabilitation Works are primarily aimed at reducing the uplift pressure at the Dam toe, completing the common civil works and ensuring the stability and safety of the Dam.*

*The project will include construction supervision and construction works, as given below:*

- i. Construction of 85 relief wells;*
- ii. Construction of berms and filter blanket for right bank dam;*
- iii. Erection of spillway radial gates;*
- iv. Protection of spillway exit channel;*

- v. *Rock grouting;*
- vi. *Repair of rip rap up stream of dam;*
- vii. *Repair of bottom outlet structures;***
- viii. *Repair of scour on left side of escape channel of bottom outlet;*
- ix. *Dam instrumentation;*
- x. *Hydraulic model test of spill way and construction of parapet wall;*
- xi. *Erection of spillway “Stop Logs;.*
- xii. *Downstream slop trimming;*
- xiii. *Fencing Dam area.*

Destacamos o ponto vii uma vez que o acidente se deu nas descargas de fundo (“bottom outlet structures”).

Por sua vez, o ponto 3. diz o seguinte:

### **3. Objectives of The Services**

*“The services shall be carried out in accordance with generally accepted standards of professional practice, following recognized engineering principles. The Consultant’s scope of work is understood to cover all activities necessary to accomplish the stated scope of the Services, while adhering to the afore mentioned principle and practices, whether or not a specific activity is cited in the TOR.*

*In carrying out his duties, the Consultant shall co-operate fully with the Government of Mozambique, in particular the ARA-Sul-PIMU which will provide data and services as described herein. However the Consultant shall be solely responsible for the analysis and interpretations of all data received and for the findings, conclusions and recommendations.”*

Posteriormente, em Outubro de 2006, foi assinado um outro contrato com a BKS, nos mesmos termos do anterior, estendendo a duração do contrato até o final dos trabalhos de reabilitação. O valor deste contrato era de cerca de 1.28 milhões de USD.

### **Análise da intervenção da BKS e interacção com as causas do acidente na Barragem.**

Do que se pode depreender dos termos do contrato, resulta claro que cabia à BKS dentre várias acções a de inspeccionar e aconselhar a melhor forma de implementar o projecto de reabilitação da barragem, conforme se pode aferir do disposto no Ponto 3.1. das Condições Gerais do contrato, que passamos a transcrever:

### 3. OBLIGATIONS OF THE CONSULTANTS

#### “3.1 General

*The Consultants shall perform the Services and carry out their obligation with all due diligence, efficiency, and economy, in accordance with generally accepted professional techniques and practices, and shall observe sound management practices, and employ appropriate advanced technology and safe methods. The Consultants shall always act, in respect of any matter relating to this Contract or to the Services, as faithful advisers to the Client, and shall at all times support and safeguard the Client’s legitimate interests in any dealings with Subconsultants or third parties”.*

A intervenção da BKS era mais ampla e, cabia-lhe, por isso, não só realizar o que se achava indicado no projecto mas tudo aquilo que devia permitir que, no final da reabilitação, a Barragem pudesse funcionar e atingir os objectivos esperados pelo Dono da Obra.

Por isso, a cláusula atrás referida permite, nos termos do que a doutrina sobre contratos preconiza, que o contratado cumpra tudo quanto a ele se exige, como forma de honrar as suas obrigações (*Pacta sunt servanda*).

Note-se no entanto que o papel da BKS era de assistência técnica, fundamentalmente na componente da barragem de Massingir na gestão dos contratos da fiscalização e dos empreiteiros.

#### CONTRATO COM A COYNE ET BELLIER – CONTRATO ICB 04 – REVIEW OF TENDER DOCUMENTS, ENGINEERING AND CONSTRUCTION SUPERVISION FOR DAM REHABILITATION

O contrato foi financiado pelo BAD, assinado em Dezembro de 2001 e iria até o final dos trabalhos de reabilitação da barragem, tendo o valor de cerca de 1.9 milhões de USD. O contrato incluía um conjunto de anexos, dos quais tem particular relevância o Anexo A (*Terms of reference*) que contém os dados sobre o *escopo do trabalho* objecto do contrato.

Grande parte das cláusulas do contrato são idênticas às do contrato com a BKS. Referimos, por isso, o ponto 4. do Anexo A:

#### 4. Scope of Review of Tender Documents, Engineering and Construction Supervision

4.1. *The rehabilitation works have been studied by the consultant W/APCOS (Water and Power Consultancy Service) under the supervision of COB (Coyne et Bellier) from 1988 to 1992. A detailed design outline report and the draft Tender Document have been produced.*

4.2. *The Consultant will be required to carry out **inter alia** the following:*

*Review of the Tender Documents prepared by WAPCOS (Water and Power Consultancy Services – India – Lts) for Dam Rehabilitation. The rehabilitation includes civil and hydro-mechanical works. The proposed rehabilitation was a result of the feasibility study undertaken by the same Consultancy company. It is expected that some extent of engineering will be required to update, improve, complement and provide the details of some elements of the Tender Documents.*

*Construction Supervision, Inspection and monitoring of the rehabilitation works in the field.*

#### **4.3. Detailed Scope of Services**

*The Consultant is required to:*

*4.3.1. Review the Tender Documents of the Dam Rehabilitation. It is expected that some extent of engineering will be required to update, improve, complement and provide the details of some elements of the Tender Document. Once concluded, and after Bank approval, the final Tender Document shall be ready for tendering. **The consultant shall assume full responsibility of the Tender documents including its completeness and quality.***

.....

*4.3.18. Perform such other as may reasonably be required in order to adequately achieve the objectives of these consulting services.*

Foram assinadas posteriormente três adendas, por causa de trabalhos adicionais a fiscalizar, sendo o valor total dessas adendas de cerca de 1 milhão de USD.

#### **RESPONSABILIDADES DAS PARTES NOS CONTRATOS**

Do conjunto dos contratos analisados e que constituíram a base para a reabilitação da barragem de Massingir, pode-se concluir que a sua formulação visava, em última instância, a realização do trabalho contratado, com a qualidade desejada, pelo preço acordado, com vista a permitir o funcionamento pleno da barragem. O estudo realizado pela WAPCOS, constituiu referência para todo o trabalho realizado. Contudo, não limitava a intervenção dos consultores e empreiteiros na execução dos trabalhos contratados.

O Dono da Obra (DNA), ao decidir contratar a BKS como assistente e a COYNE ET BELLIER como revisor do projecto da WAPCOS e fiscal do projecto de reabilitação da barragem e também na assessoria aos concursos e trabalhos técnicos inerentes, fê-lo na convicção fundamentada de que estas empresas possuem o domínio e conhecimento especializado da matéria técnica sobre barragens.

Aliás, quando se tomou a decisão de se reabilitar a barragem de Massingir, esta não estava a operar em pleno, razão que levou a que fossem tomadas todas as cautelas para que os seus componentes

fossem antes revistos e inspeccionados. Ademais, o estudo da WAPCOS tinha sido preparado há mais de 10 anos. Mais uma razão de fundo para que todas as cautelas e atenções fossem tomadas afim de se actualizar a informação técnica e proceder-se como era desejável em matéria de reabilitação, com o rigor que se exigia dado tratar-se de uma obra de “Grande engenharia”.

Outras empresas como a DSD e CMC também foram contratadas para, respectivamente, fornecer e montar o equipamento hidromecânico e proceder a trabalhos de construção civil. Em relação ao trabalho executado por estas duas empresas não há reparos a fazer, porquanto, não foram reportados problemas na execução dos trabalhos contratados.

Estas duas empresas executaram os trabalhos que lhes foram confiados e contratados com base nas recomendações feitas pelos consultores do Dono da Obra, nomeadamente a COYNE ET BELLIER e a BKS.

E, porque os contratos estabelecidos previam direitos e obrigações para ambas as partes, pode-se concluir que a DNA cumpriu com as suas obrigações, sendo discutível se o mesmo se terá verificado em pleno em relação à COYNE ET BELLIER e à BKS pelos menos no que concerne à falta de inspecção e verificação da estrutura de betão das descargas de fundo da barragem, local onde ocorreu o acidente.

Foi-nos confirmado pela BKS que nunca inspeccionou as descargas de fundo nem verificou os respectivos cálculos estruturais. Até o momento da elaboração deste Relatório Preliminar, não tínhamos recebido da COYNE ET BELLIER resposta às questões que a este propósito lhes colocamos, tendo o presidente da Comissão de Inquérito sido informado telefonicamente que precisavam de mais tempo para responder.

O acidente ocorrido na barragem suscita, pois, a necessidade de se aprofundar as razões de omissão na inspecção das descargas de fundo, zona onde ocorreu o acidente.

No nosso entender, a reabilitação da barragem implicava, *inter alia* a verificação e inspecção de todas as suas componentes, incluindo as descargas de fundo, pelo seu papel importante no processo integral de funcionamento da barragem. Elas deviam ter sido inspeccionados quanto ao seu estado, conforme aconteceu com outros componentes que suscitaram trabalhos a mais e que foram recomendados realizar pelos consultores COYNE ET BELLIER e BKS, após a inspecção.

Conforme já foi referenciado, os consultores COYNE ET BELLIER e BKS, tinham por obrigação inspeccionar e avaliar o estado geral da Barragem e recomendar possíveis trabalhos a executar para que o trabalho de reabilitação produzisse os resultados desejados, isto é, a total operacionalidade e segurança da barragem na situação de pleno armazenamento.

Tendo a contratante (DNA) e as empresas referidas acordado nos seus contratos a cláusula de que o escopo não se limitava tão somente ao que consta especificamente nos mesmos, e que deveriam, no âmbito do seu conhecimento técnico profundo sobre barragens, recomendar outros trabalhos que fossem necessários, estranhamos que a zona da barragem onde ocorreu o acidente não tenha sido inspeccionada e os respectivos cálculos verificados.

Quanto à participação da DNA e ARA Sul nos trabalhos de reabilitação da barragem, entendemos que estas entidades tinham no âmbito dos contratos estabelecidos, a responsabilidade de fornecer os dados técnicos existentes sobre a barragem e outros elementos técnicos que fossem solicitados pelos consultores e empreiteiros o que à partida foi cumprido.

Devemos ainda referir o estado em que se encontrava o local onde ocorreu o acidente, onde existia uma vegetação espessa e até árvores e que carecia de uma limpeza que nunca foi feita, por para tal não haver instruções nem da ARA-Sul nem dos dois consultores.



## 5. DESCRIÇÃO DO ACIDENTE

### 5.1. ANTECEDENTES

A época húmida do ano hidrológico 2006/07 (Outubro de 2006 a Setembro de 2007) registou precipitações bastante baixas na bacia do rio dos Elefantes a montante da barragem de Massingir. Por essa razão, a albufeira pouco encheu, tendo atingido em Janeiro de 2007 a cota máxima de 112.3 m. A partir daí, o nível da albufeira foi sempre baixando, chegando-se a Dezembro com a cota de 108.5 m.

A partir de início de Dezembro de 2007, a albufeira começou a encher, atingindo a cota 111.7 m no fim do ano de 2007, 118.9 m no fim de Janeiro de 2008, 120.6 m no fim de Fevereiro e 122.0 m no fim de Março. Em Abril, o nível continuou a subir, chegando a 122.8 m em meados do mês, começando depois a reduzir, baixando para 122.6 m no fim de Abril e para 122.4 no dia do acidente, 22 de Maio. Este foi o primeiro enchimento da albufeira acima da cota 115 m, a partir da reabilitação e finalização da barragem.

Fazemos notar que, embora durante a cheia de 2000 o nível da albufeira tivesse chegado a 124.5, tal aconteceu apenas durante umas horas. Apenas com a instalação das comportas do descarregador de cheias se tornou possível manter o nível da água na albufeira acima da cota 115 m de forma permanente. Este factor é importante porque permitiu um grande aumento da pressão da água na zona das descargas de fundo onde se deu o acidente.

No dia do acidente, a cota da albufeira era de 122.4 m e as comportas das descargas de fundo foram fechadas às 8 h da manhã, tendo o acidente ocorrido 6-7 horas mais tarde. É de notar que entre 6 e 8 de Abril, a cota subiu de 122.4 para 122.6 m, mantendo-se as comportas sempre fechadas durante esses 3 dias.

Durante o período de enchimento que decorreu de Dezembro de 2007 a Maio de 2008, registaram-se ressurgências de água na zona dos poços de alívio, tanto no dique da margem direita como no vale principal. De acordo com o relatório de Fevereiro de 2008 da assistência técnica, essas ressurgências estavam dentro do previsto no projecto de reabilitação mas era necessário aumentar a vigilância e não deixar a cota da albufeira continuar a subir. Neste relatório, de novo não é feita nenhuma referência às descargas de fundo.

A parte superior da estrutura de betão armado das descargas de fundo, entre o fim do aterro e as casas de comando das comportas de sector, formava uma “piscina”. Durante todo o período da reabilitação e posterior, essa área não foi limpa, estando cheia de capim alto e até com duas árvores a crescer. Isto impedia que visualmente se detectasse o surgimento de quaisquer problemas na estrutura do betão armado. Foi exactamente nesta área que se deu o acidente.



## 5.2. DESCRIÇÃO DO ACIDENTE

O acidente ocorreu no dia 22 de Maio, 5ª feira, entre as 14h30 e as 14h45. As duas comportas de sector estavam fechadas desde as 8h da manhã. A comporta ensecadeira direita estava totalmente aberta. A comporta ensecadeira esquerda estava parcialmente fechada (situação causada pela falta de energia na barragem).

Segundo a testemunha mais próxima do local do acidente, Sr. Afonso NGOVENE, guarda da barragem, que estava a escassas dezenas de metros, na margem direita das descargas de fundo, houve um processo sequencial até à rotura (de duração estimada por ele em cerca de 3 minutos – teve tempo para se abaixar e sentar):

- Começou por ouvir um barulho que lhe pareceu ser de manobra das comportas o que achou estranho por saber que não havia energia e, por isso, as comportas não podiam ser accionadas;
- Como o barulho continuasse resolveu aproximar-se do muro lateral direito das descargas de fundo;
- Quando se aproximava, viu que saía uma “nuvem” ou “spray” de água ao mesmo tempo que se ouviam sucessivos ruídos, numa sequencia de fortes estalidos<sup>2</sup>, processo que terminou com a formação dum tremendo “repuxo”, que subiu acima do nível da cabeça dos servomotores, acompanhado dum fortíssimo “estrondo”, momento em que se pôs em fuga.

Podemos interpretar este testemunho em termos do acidente da seguinte maneira:

- A pressão da água nas condutas das descargas de fundo criou um escape, possivelmente através do rompimento do vedante de uma junta, originando o “spray” referido pela testemunha;
- A pressão da água foi originando em algumas zonas o colapso do betão e das armaduras de aço (sequência de estalidos fortes ouvidos pela testemunha), cuja rotura originou o sucessivo colapso em outras zonas;
- Os blocos de betão armado, assim desligados, foram então ejectados pela pressão da água que, liberta, formou o enorme repuxo subindo a grande altura e continuando a provocar o colapso da estrutura.

---

<sup>2</sup> No seu relato, a testemunha descreveu os estalidos a soar como disparos de uma AKM.



Na foto à esquerda, a vista é de jusante; na foto da direita, a vista é de montante.

O caudal libertado deverá ter sido superior a  $1000 \text{ m}^3/\text{s}$ , tendo-se perdido cerca de 300 milhões de  $\text{m}^3$  de água da albufeira durante dois dias, até à interrupção do escoamento com o fecho das comportas enscadeadas de montante.



As fotos acima ilustram bem a violência da água na saída através da rotura na parte superior das descargas de fundo.

As medidas tomadas de imediato pela direcção da ARA-Sul para protecção da barragem foram as seguintes:

- Abertura das comportas do descarregador de cheias durante algumas horas para diminuir a pressão da água na zona do acidente
- Mobilização do empreiteiro CMC para eventuais intervenções de emergência
- Enchimento de sacos de areia para proteger áreas críticas do aterro da barragem

A ARA-Sul avisou a Administradora do Distrito e o INGC para a cheia que a descarga resultante do acidente e a abertura das comportas do descarregador de cheias iria provocar.

A ARA-Sul solicitou ainda a presença dos técnicos da assistência técnica e do consultor.

A situação foi controlada no sábado, dia 24, cerca das 13 h, quando a assistência técnica BKS deu indicação para se fecharem as comportas enscadeadas, após assentimento do empreiteiro do equipamento hidromecânico e do Dono da Obra. Rapidamente, a água deixou de se escoar na zona



do acidente, ficando tranquila.



A partir dessa altura, com o nível da água a baixar na zona do acidente, foi possível fazer uma primeira ideia dos estragos causados. A maior destruição ocorre na zona entre a junta 14A, mais próxima da blindagem das condutas antes das comportas de sector, e a junta 14, sendo maior na conduta direita do que na esquerda. Os estragos entre as juntas 14 e 13, mais a montante, são de menor dimensão. Os maiores danos são na parte superior das condutas, como consequência da pressão da água de baixo para cima.

A casa de comando da comporta de sector direita desapareceu completamente. A da comporta esquerda, apesar de ter os pilares muito danificados, permaneceu graças ao escoramento prestado pela queda de uma grua que lá se encontrava (ver fotos acima). O servomotor parece claramente danificado.

Grandes blocos de betão foram ejectados quer dentro quer para fora das descargas de fundo. Os varões de aço (diâmetro 40 mm) foram arrancados do betão pela força da água.

As comportas de sector mantiveram-se fechadas e ainda não é possível avaliar se sofreram algum dano. As estruturas de dissipação de energia não parecem ter sofrido danos. Alguns elementos das comportas ensecadeiras de jusante foram arrastados para o rio mais a jusante.

Houve grandes erosões nas encostas e aterros laterais às descargas de fundo. As encostas a jusante das descargas de fundo não parecem ter sofrido danos significativos.





As duas fotos de cima são vistas de jusante, vendo-se na da direita blocos de betão atirados para fora das descargas de fundo. As duas fotos de baixo são vistas de montante, vendo-se na da direita enormes placas de betão, com espessuras superiores a 1 m, da conduta direita atiradas para cima da conduta esquerda.

Desde 24 de Maio, a ARA-Sul mantém uma descarga de  $50 \text{ m}^3/\text{s}$  através do descarregador de cheias para utilização da água a jusante.

A Comissão foi informada pela ARA-Sul que está a mobilizar equipamento para abrir as comportas de sector e bombear a água remanescente.

Por orientação da Comissão, a ARA-Sul solicitou ao LEM a recolha de carotes de betão e varões de aço para análises laboratoriais, incluindo ensaios de compressão e análises químicas.

## 6. ANÁLISE DE POSSÍVEIS CAUSAS DO ACIDENTE

O acidente na Barragem de Massingir traduziu-se pelo colapso dos troços terminais das duas descargas de fundo, construídas em betão armado. Os sinais visíveis e os relatos das testemunhas do acidente apontam para a ocorrência de rotura progressiva do betão, o que **exclui inequivocamente a hipótese de uma explosão resultante de sabotagem ou de gases acumulados de origem orgânica.**

A zona, cujo colapso é visível, situa-se imediatamente a jusante do fim da conduta da tomada de água da central e abrange os troços entre as juntas 13 e 14<sup>A</sup> (ver desenho anexo). Os troços entre as juntas 13 e 14A são a zona de transição entre as descargas de fundo com secção em forma de ferradura e a secção rectangular. A junta 14A marca o início do troço das condutas em secção rectangular, que são revestidas com chapa de aço (blindagem).

A rotura aconteceu quando a pressão interior das condutas era da ordem de 300 kPa, equivalente a cerca de 30 m de carga de água.

A análise dos destroços e das superfícies expostas mostra o seguinte:

- juntas de betonagem, correspondentes à interrupção das operações de betonagem, facilmente identificáveis;
- grandes blocos de betão foram removidos, alguns deles projectados para vários metros de distância;
- as armaduras destacaram-se do betão;
- o recobrimento em betão das armaduras foi removido, deixando as armaduras expostas;
- não há sinais de corrosão das armaduras nem deterioração do betão nos blocos remanescentes
- em alguns blocos de betão, as armaduras mostram-se soltas do betão, isto é, com uma folga.
- aparecimento de fissuras extensas na laje de topo que não foi removida, paralelas aos muros laterais.

Não há nenhuma garantia de que a parte restante das descargas de fundo não tenha sofrido danos, embora isso seja menos provável.

As possíveis causas do acidente, ainda expressas de forma preliminar, podem ser adiantadas como se segue.

### HIPÓTESE 1

As armaduras definidas pelo projectista COBA, tal como incluídas na construção executada em 1977, mostram-se muito separadas e sem ligação entre elas, quer nas lajes quer nas paredes das descargas de fundo. Estas armaduras com diâmetros significativos foram colocadas na direcção transversal relativamente ao eixo da conduta. No sentido longitudinal, paralelo ao eixo das condutas, as armaduras são insignificantes, geralmente com diâmetro de 20 mm.

As juntas de betonagem não foram ligadas do modo como é recomendado pelas regras de boa construção e pelos regulamentos em vigor em vários países – os ferros que atravessam as juntas são curtos, não têm ganchos e são em número muito reduzido, cerca de um ferro por cada 4 metros quadrados.

A armadura na parte superior da laje que rompeu, na zona da caleira circular, não parece ser ter sido

colocada de forma adequada.

Para além do fraco detalhe da armadura, há o problema do tipo de aço que é liso e aparenta ser muito duro (pouco dúctil). Este aço era provavelmente produzido pela CIFEL, em Maputo. Os aços de diâmetro 40 e 32 mm não apresentam sinais de cedência e parece terem partido segundo secções planas. Casos há em que se verificou fissuração do aço.

A folga entre as armaduras e o betão pode ser o resultado de movimentos/deformações das cofragens durante a presa do betão, na fase de construção. Recorda-se aqui que a colocação do betão corresponde à aplicação de várias toneladas em período curto e possivelmente em etapas.

Sob a acção da pressão interna da água, a estrutura sofreu o efeito de tracção. Aparentemente, há uma concentração de armaduras excessivas nas faces do betão e uma grande massa de betão, no meio, sem qualquer armadura. Neste caso, quando o betão foi fortemente traccionado, teve lugar um efeito de formação de junta, em que as armaduras separaram-se do betão. O conjunto aço-betão deixou de funcionar como betão armado e colapsou. Pela força das águas, blocos foram projectados, as armaduras torceram e foram arrancadas, pois a massa de betão que lhes servia de recobrimento era muito fina (cerca de 5 a 10 cm) em relação à massa solicitada.

## HIPÓTESE 2

As juntas de betonagem quer nas paredes quer na laje superior, não sendo absolutamente estanques, admitiram água. Devido ao processo construtivo seguido, as juntas de betonagem representam planos de fraqueza. As forças instaladas nas juntas podem ter atingido cerca de  $30 \text{ ton/m}^2$ , no sentido ascendente.

As armaduras colocadas na face superior da laje de topo da descarga de fundo, especialmente na zona central correspondente à caleira circular, não puderam absorver as tensões de tracção resultantes.

## HIPÓTESE 3

A rotura pode ter sido provocada por uma combinação infeliz das duas hipóteses anteriores.

Eventualmente, estes factores principais que causaram a rotura da estrutura de betão armado das descargas de fundo podem ter sido agravados por deterioração do betão e corrosão de armaduras em zonas localizadas, ao fim de cerca de três décadas de exposição aos agentes atmosféricos e a águas agressivas provenientes dos aterros laterais na zona.



## 7. CONSEQUÊNCIAS DO ACIDENTE

### 7.1. DANOS NA BARRAGEM

Na sequência do acidente de 22 de Maio, foram identificados danos severos na estrutura de betão armado das descargas de fundo que terá de ser toda reconstruída.

Registaram-se também grandes erosões nas encostas e aterros laterais às descargas de fundo bem como ao longo do canal de restituição das águas, a jusante das referidas descargas.

No referente aos equipamentos hidromecânicos das descargas de fundo, nomeadamente: servomotores e respectivas casas de comando, ficaram total ou muito fortemente danificados. As comportas ensecadeiras de jusante, compostas por diversos elementos, viram alguns desses elementos serem arrastados para jusante e desaparecerem. Devido à permanência de água, ainda não é possível saber se as comportas de sector das descargas de fundo foram ou não danificadas.

Não se conhece o estado das condutas das descargas de fundo, de comprimento de cerca de 250 m e diâmetro de 8 m, a montante da zona do acidente, sendo necessário uma inspeção detalhada, mas não há indícios de um eventual colapso eminente. No resto da barragem não foram assinaladas outras anomalias, pelo menos a serem facilmente observadas.

Quanto a danos potenciais, referimos os seguintes:

- danos nas descargas de fundo resultantes quer da alta velocidade do escoamento (estimada entre 20 a 25 m/s) após o acidente quer do fortíssimo golpe de aríete que se manifestou em consequência do fecho rápido das comportas ensecadeiras de montante das descargas de fundo.
- danos no aterro perto das descargas de fundo, caso material do aterro tenha sido arrastado para dentro das condutas.

### 7.2. PREJUÍZOS NOS DISTRITOS DE MASSINGIR E CHOKWÈ

Graças à rápida intervenção da Administração do Distrito de Massingir e do INGC, as perdas a jusante da barragem foram minimizadas. De acordo com as informações que colhemos junto destas duas fontes, elas foram as seguintes.

#### a) no Distrito de Massingir

- cerca de 800 ha de culturas perdidas (milho, hortícolas, feijão, abóbora, batata-doce)
- 46 cabritos afogados
- 28 motobombas submersas mas posteriormente todas recuperadas
- Danos no sistema de abastecimento de água da vila de Massingir, tornando-o inoperacional.

#### b) no Distrito de Chokwè

- cerca de 150 ha de culturas perdidas
- perda de 2 dias de trabalho na obra de reabilitação da barragem de Macarretane.

A consequência mais grave registada é a interrupção do sistema de abastecimento de água da vila de Massingir. Fomos informados que o Governo Provincial (DPOPH), a DNA (Departamento de Água Rural) e o UNICEF iam tomar medidas para uma rápida reposição do sistema. O UNICEF colocou junto da albufeira duas estações de tratamento de água portáteis mas continua por resolver o

transporte de água para a vila.

### 7.3. LIMITAÇÕES NA DISPONIBILIDADE DE ÁGUA PARA USOS A JUSANTE

A destruição da parte terminal das condutas das descargas de fundo faz com que, nesta altura, a única possibilidade de a barragem descarregar caudais para jusante é utilizando o descarregador de cheias, que não é o órgão apropriado para o efeito. Para além disso, o descarregador de cheias apenas possibilita a descarga de água até à cota 115 m. Daí para baixo, quando a barragem ainda dispõe de cerca de 1000 milhões de m<sup>3</sup> de água, essa possibilidade já não existe.

Enquanto a barragem não estiver totalmente reparada, o que levará entre 1 e 2 anos (caso se disponha dos fundos necessários), será muito difícil garantir água para os usos a jusante, afectando negativamente os diversos projectos de investimento em irrigação nas regiões dos Elefantes (PROCANA), Chokwè (MOÇFER) e Xai-Xai (reabilitação do Sistema de regadio do Baixo Limpopo SRBL pelo MDSAR).

Por outro lado, a limitação de utilização da água da albufeira poderá trazer como consequências futuras, o agravamento da crise de abastecimento de água para a população, para machambas e para abeberamento dos animais que, por sua vez, poderá reduzir a produção agro-pecuária, zonas ribeirinhas de jusante já flageladas pela estiagem.

Prevê-se igualmente problemas de segurança alimentar e a ocorrência de focos de fome da população, cujas culturas foram inundadas.

### 7.4. OUTRAS CONSEQUÊNCIAS NEGATIVAS

Nos estudos de reabilitação da barragem, a COYNE ET BELLIER tinha identificado, após a grande cheia de 2000, que a capacidade de descarga para uma cheia extrema era insuficiente e que era necessário um descarregador auxiliar. Esse projecto, que já dispunha de financiamento do BAD no montante de aproximadamente 10 milhões de USD, ia iniciar-se a curto prazo. Devido ao acidente, esse projecto corre o risco de ser adiado.

Embora o acidente tenha sido contido e limitado a uma zona restrita da barragem, ela não está em segurança quer porque apenas uma inspecção detalhada permitirá determinar se não houve outros danos quer porque parte dos seus órgãos hidráulicos estão inoperacionais, obrigando a que as intervenções que se recomendam se realizem de forma rápida.

Também o projecto da central hidroeléctrica fica para já posto em causa até se apurar o verdadeiro estado em que a barragem se encontra.

## 8. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

### 8.1. CONCLUSÕES

A Comissão de Inquérito foi encarregada de fazer uma averiguação preliminar das causas e consequências do acidente ocorrido na barragem de Massingir no dia 22 de Maio de 2008.

Dentro do prazo que lhe foi concedido e lembrando que os membros da Comissão não são especialistas em barragens, a Comissão apresenta as seguintes conclusões preliminares:

- a) O Dono da Obra, ARA-Sul, criou em 2003 uma estrutura adequada para garantir o sucesso da reabilitação e finalização da barragem de Massingir, através duma unidade de implementação do projecto MDSAR, da colocação em Massingir de um seu engenheiro sénior como responsável pelo processo, e contratando empresas especializadas para o projecto e fiscalização (COYNE ET BELLIER), para assistência técnica (BKS), para a empreitada de construção civil (CMC) e para a empreitada dos equipamentos hidromecânicos (DSD).
- b) O acidente ocorreu numa parte da barragem – nas descargas de fundo imediatamente antes da blindagem no troço final – cujo projecto e execução nunca foi analisado por nenhum dos consultores envolvidos no projecto da reabilitação e finalização: primeiramente a WAPCOS e depois a COYNE ET BELLIER e a BKS.
- c) Um acidente nessa zona é extremamente raro porque as estruturas de betão armado são habitualmente projectadas com grandes coeficientes de segurança. No entanto, agora que o acidente aconteceu, *estranha-se que nenhum dos três consultores e, particularmente, a COYNE ET BELLIER e a BKS não tenham feito essa análise*, quando os respectivos Termos de Referência o previam explicitamente. Aliás, essas duas empresas analisaram várias situações que não estavam especificadas nos Termos de Referência e propuseram trabalhos adicionais para os quais se conseguiu financiamento e que foram executados, como a construção dum parapeito no coroamento, a reparação dos equipamentos hidromecânicos das descargas de fundo e o estudo de um descarregador auxiliar.
- d) Do mesmo modo, também se estranha que a COYNE ET BELLIER e a BKS tenham considerado necessário fazer uma reparação das comportas ensecadeiras das descargas de fundo (o que foi feito) e *não tenham requerido o mesmo da comporta ensecadeira do circuito hidráulico da central hidroeléctrica*, que é exactamente do mesmo tipo, foi fabricada e instalada na mesma altura e que nunca foi mexida desde 1978. Note-se que, contrariamente ao que se passava com as descargas de fundo, não existe uma segunda comporta a jusante desta ensecadeira, o que representa um risco acrescido.
- e) O acidente terá possivelmente ocorrido pela conjugação dos seguintes factores:
  - o Baixo coeficiente de segurança no projecto inicial, da responsabilidade da COBA, e deficiente colocação das armaduras durante a execução;
  - o Degradação localizada do betão e das armaduras de aço causadas por infiltração de água a partir da “piscina” sobrejacente;
  - o Aumento da pressão da água nas descargas de fundo resultante da subida do nível da água na albufeira e do fecho das comportas de sector, embora esta solicitação ainda fosse inferior ao máximo previsto para a operação normal da barragem;
  - o Fractura da estrutura de betão armado em blocos isolados, permitindo que a pressão da água os ejectasse.

- f) O facto de a zona sobrejacente às descargas de fundo ter estado até o acidente coberta de capim e com duas árvores não permitiu que visualmente se pudesse ter detectado indícios de fendilhação no betão caso estes surgissem. *Estranha-se que nem a COYNE ET BELLIER nem a BKS tenham alguma vez instruído os operadores da barragem para procederem a uma limpeza da zona durante os cerca de três anos que durou a obra de reabilitação.* Isto é tanto mais de estranhar quanto nas barragens a limpeza é essencial exactamente para que se possa detectar problemas atempadamente através da inspecção visual.
- g) Embora grande parte dos estragos se tenha dado certamente logo após a rotura, o fecho mais cedo das comportas ensecadeiras das descargas de fundo, que apenas foi feito quase 48 horas após o acidente, teria reduzido os prejuízos, particularmente na erosão dos aterros e das encostas circundantes, e não se teria perdido tanta água.
- h) A actuação da direcção da ARA-Sul a seguir ao acidente, embora não devidamente preparada para lidar com situações de emergência desta natureza, é de apreciar porque, mobilizando meios e especialistas (CMC, BKS, DSD, COYNE ET BELLIER) e avisando a Administração do Distrito e o INGC, contribuiu para que o acidente não tomasse proporções catastróficas.
- i) A actuação da Administradora do Distrito e do seu Governo foi muito boa. O envio imediato de equipas para as aldeias permitiu que não houvesse perda de vidas humanas nem de equipamentos, sendo as perdas limitadas.
- j) É de destacar igualmente a pronta resposta do INGC, com a mobilização de meios na região do Chokwè.
- k) Recomenda-se a criação de uma equipa multisectorial com vista a fazer a identificação mais precisa das pessoas atingidas, bem como inventário e quantificação das culturas e bens perdidos.
- l) Há necessidade do Governo estudar formas de apoiar a população na recuperação das motobombas e das culturas perdidas através da distribuição de sementes ou outras formas existentes.
- m) A barragem de Massingir está neste momento relativamente estabilizada mas apresenta diversos pontos fracos que podem originar novos acidentes graves de um momento para outro, nomeadamente:
- o A barragem não dispõe actualmente de descargas de fundo operacionais e, por isso, não tem uma forma prática de conseguir descer o nível de água na albufeira abaixo da cota 115 m, caso tal se torne necessário;
  - o Pela mesma razão, não tem forma de descarregar volumes de água que sejam necessários a jusante quando o nível da albufeira estiver abaixo da cota 115 m;
  - o Não há nenhuma segunda comporta a jusante da comporta ensecadeira do circuito hidráulico da central – se a ensecadeira sofrer uma rotura, teremos uma repetição agravada do acidente de 22 de Maio;
  - o Em caso de cheia, a capacidade de descarga está reduzida em cerca de 1,600 m<sup>3</sup>/s devido à inoperacionalidade das descargas de fundo. Note-se que, mesmo antes do acidente, já se considerava que a capacidade de descarga era insuficiente e que era necessário construir um descarregador adicional.
- n) É necessária uma inspecção completa e detalhada à barragem, realizada por uma equipa de peritos independentes especializados em barragens, para determinar o estado actual da

barragem de Massingir e os trabalhos de reabilitação que serão necessários.

- o) O custo de reabilitação da barragem irá ser elevado. A Comissão não está em condições de estimar esse custo mas ouviu dos peritos consultados valores que oscilam entre 15 e 40 milhões de dólares US. Os peritos ouvidos indicaram prazos entre 1 e 2 anos para a reabilitação completa.
- p) Apesar do elevado custo e prazo desta nova reabilitação e do retrocesso que isto representa, a Comissão é de opinião que o valor e o potencial da barragem de Massingir continuam a ser extremamente elevados e que, por isso, se justifica investir na reabilitação.

## 8.2. RECOMENDAÇÕES

- a) Manter uma vigilância apertada sobre a barragem de Massingir em termos de inspecção visual, sobretudo no aterro na zona da tomada de água e das descargas de fundo.
- b) Manter as leituras diárias do equipamento de observação da obra e solicitar a um consultor ou laboratório especializado a interpretação regular desses dados.
- c) Em caso de se detectarem quaisquer situações anómalas, alertar esse consultor ou laboratório e iniciar o abaixamento da cota da albufeira utilizando para o efeito o descarregador de cheias.
- d) Contratar, por ajuste directo ou por outro processo de licitação que tenha em conta a urgência da intervenção, um empreiteiro com grande capacidade para iniciar o processo de esvaziamento das condutas e demolição e remoção das peças de betão armado na zona danificada, de forma a permitir que se faça uma inspecção detalhada.
- e) Contratar com a maior urgência uma equipa de peritos independentes especializados em barragens, para determinar o estado actual da barragem de Massingir, os trabalhos de reabilitação que serão necessários e as medidas para garantir a segurança da barragem enquanto a reabilitação não é executada. Tal equipa pode, por exemplo, provir do LNEC de Portugal através do convénio de colaboração existente com o LEM, envolvendo talvez ainda o CSIR da África do Sul, que participou nos estudos hidráulicos conducentes à reabilitação da barragem.
- f) Solicitar ao BAD que os fundos ainda disponíveis do projecto MDSAR sejam re-orientados para as obras de reabilitação agora indispensáveis.
- g) Mobilizar fundos adicionais que permitam avançar para a reabilitação da barragem com carácter de urgência.
- h) Solicitar ao BAD e a outros eventuais participantes no financiamento da reabilitação que aceitem processos expeditos para a contratação de consultores e empreiteiros, atendendo à urgência das intervenções que são necessárias.
- i) Caso não se perspetive o início das obras de reabilitação até à próxima época das chuvas, manter a albufeira abaixo da cota 115 m.
- j) Avisar os consumidores de água a jusante que não se deve contar com a albufeira de Massingir até que a reabilitação esteja completa.

- k) Reforçar de imediato o orçamento da ARA-Sul para que esta possa lidar adequadamente com a situação criada por este acidente.
- l) Promover uma reunião com os investidores do vale do Limpopo, como a PROCANA, MOÇFER, Bruno Lopes e outros, sobre o acidente, reafirmando o empenho numa reabilitação rápida da barragem, procurando ao mesmo tempo o envolvimento destes investidores em todo o processo da reabilitação.

Mais a prazo:

- m) Iniciar um processo de criação no seio do LEM de um núcleo de observação e segurança de barragens, recrutando jovens graduados e avançando para a sua formação especializada com apoio do LNEC e outros laboratórios especializados.
- n) Preparar e aprovar o mais rapidamente possível um Regulamento de Segurança de Barragens e impôr a sua aplicação a todas as grandes barragens (mais de 15 m de altura ou mais de 1 milhão de m<sup>3</sup> de capacidade de armazenamento) do País, existentes ou em fases de planeamento, garantindo que cada barragem disponha de um Manual de Segurança suficientemente preciso e detalhado.
- o) Assegurar que cada grande barragem está dotada de meios humanos, materiais e orçamento adequados para garantir a segurança da infraestruturas e a sua exploração eficiente.
- p) Seleccionar e treinar devidamente o pessoal técnico responsável pela segurança e exploração de cada grande barragem e fazer com que participe em acções de formação contínua nesse domínio, de forma a manter um elevado nível de prontidão operacional.
- q) Inscrever Moçambique como membro da Comissão Internacional de Grandes Barragens (CIGB/ICOLD).
- r) Garantir que o LEM, a DNA e as ARAs estabelecem ligações com organismos de outros países da região que têm a responsabilidade da segurança e exploração de barragens.