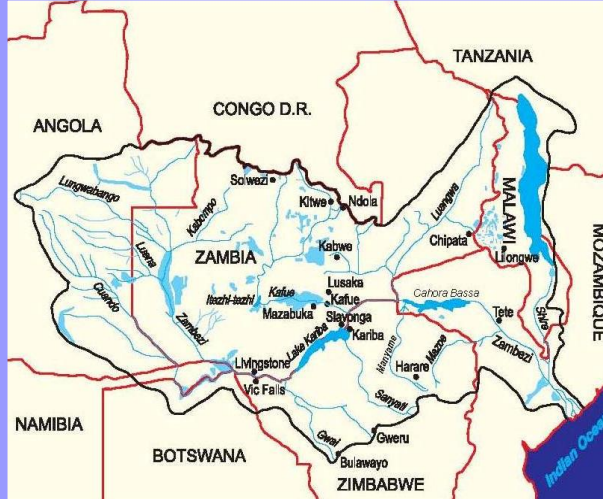




# Transboundary Water Management in SADC DAM SYNCHRONISATION AND FLOOD RELEASES IN THE ZAMBEZI RIVER BASIN PROJECT



## Executive Summary

31 March 2011



### SWRSD Zambezi Basin Joint Venture



This report is part of the Dam Synchronisation and Flood Releases in the Zambezi River Basin project (2010-2011), which is part of the programme on Transboundary Water Management in SADC. To obtain further information on this project and/or programme, please contact:

Mr. Phera Ramoeli  
Senior Programme Officer (Water)  
Directorate of Infrastructure and Services  
SADC Secretariat  
Private Bag 0095  
Gaborone  
Botswana  
Tel: +267 395-1863  
Email: [water@sadc.int](mailto:water@sadc.int)

Mr. Michael Mutale  
Executive Secretary  
Interim ZAMCOM Secretariat  
Private Bag 180  
Gaborone  
Botswana  
Tel: +267 365-6670 or +267 365-6661/2/3/4  
Email: [secretariat@zamcom.org](mailto:secretariat@zamcom.org)

## Table of Contents

<b>TABLE OF CONTENTS.....</b>	<b>1</b>
<b>LIST OF TABLES.....</b>	<b>1</b>
<b>LIST OF FIGURES.....</b>	<b>1</b>
<b>LIST OF ACRONYMS.....</b>	<b>ii</b>
<b>EXECUTIVE SUMMARY .....</b>	<b>1</b>

### List of Tables

TABLE 1:	SUMMARY OF ISSUES, GAPS AND CONSTRAINTS AFFECTING DAM SYNCHRONIZATION IN THE ZAMBEZI RIVER BASIN.....	8
TABLE 2:	CONSOLIDATED RECOMMENDATIONS MATRIX WITH PRIORITISATION OF THE RECOMMENDATIONS .....	10
TABLE 3:	PROJECT’S SPECIFIC RECOMMENDATIONS LEADING TO RECOMMENDATIONS FOR IMPROVED BASIN-WIDE MANAGEMENT.....	13

### List of Figures

FIGURE 1:	THE ZAMBEZI RIVER BASIN (SOURCE: ZAMWIS) .....	1
FIGURE 2:	FINAL PROJECT REPORTING.....	3
FIGURE 3:	MAP OF IDENTIFIED FORECASTING LOCATIONS ACROSS THE ZAMBEZI RIVER BASIN WITH LEAD TIME REQUIREMENTS AND PROPOSED STREAMFLOW GAUGES .....	12
FIGURE 4:	PROJECT'S SPECIFIC RECOMMENDATIONS AND PROJECT OBJECTIVES/OUTCOMES/BENEFITS .....	14
FIGURE 5:	GROUPING OF PROJECT'S CONSOLIDATED RECOMMENDATIONS FOR IMPROVED BASIN-WIDE MANAGEMENT .....	15

## List of Acronyms

AG	Advisory Group
ARA Zambeze	Regional Water Administration for Zambezi, Mozambique
ARS	Automatic Rainfall System
CBO	Community Based Organization
CDM	Clean Development Mechanism
CPC	Climate Prediction Centre
DANIDA	Danish International Development Assistance
DNA	Direcção Nacional de Águas (Department of Water Affairs in Mozambique)
DWA	Department of Water Affairs, Zambia
ECMWF	European Centre for Medium-Range Weather Forecasts
EDM	Electricity de Mozambique
EFR	Environmental Flow Requirements
ESCOM	Electricity Supply Commission of Malawi
EU	European Union
GIZ	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH (German International Cooperation)
HCB	Hidroeléctrica Cahora Bassa
HYCOS	Hydrological Cycle Observation Station
ICOLD	International Commission of Large Dams
ICP	International Cooperating Partner
IFR	Instream Flow Requirements
IFRC	International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
ISO	International Standard Organization
IUCN	International Union for Conservation of Nature
MAR	Mean Annual Runoff
METEOSAT	Meteorological Satellites
MoU	Memorandum of Understanding
MIWD	Ministry of Irrigation and Water Development, Malawi
NCAR	National Centre for Atmospheric Research
NCEP	National Centres for Environmental Prediction
NGO	Non Governmental Organization
NMC	National Meteorological Centre
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration, USA
PC	Policy Committee
PMC	Project Management Committee
PMS	Performance Management System
PSC	Project Steering Committee
RBO	River Basin Organization
RSAP	Regional Strategic Action Plan
RSMC	Regional Specialized Meteorological Centre, Pretoria
SADC	Southern African Development Community
SAPP	Southern Africa Power Pool
SARCOF	Southern Africa Regional Climate Outlook Forum
SAWS	South African Weather Service
SIDA	Swedish International Development Agency
SWRSD JV	SSI, WRNA, Rankin, SEED, Deltares Joint Venture (the Joint Venture of Consulting Firms for this Project)
ToR	Terms of Reference
TRMM	Topical Rainfall Measuring Mission

TTWW	Think Tank Work Week
TWM	Transboundary Water Management
UNFCC	United Nations Framework Convention on Climate Change
UNZA	University of Zambia
USAID	United States Agency for International Development
USGS	US Geological Survey
UTIP	Inidade Técnica de Implementação de Projectos Hidroelétricos
WB	World Bank
WMO	World Meteorological Organization
WWF	World Wide Fund for Nature
ZACPLAN	Zambezi Action Plan
ZAMCOM	Zambezi Watercourse Commission
ZAMWIS	Zambezi Water Information System
ZESA	Zimbabwe Electricity Supply Authority
ZESCO	Zambia Electricity Supply Company
ZINWA	Zimbabwe National Water Authority
ZMSD	Zimbabwe Meteorological Service Department
ZPC	Zimbabwe Power Company
ZRA	Zambezi River Authority

## Executive Summary

### GENERAL

This Executive Summary presents a synopsis of the overall challenges, findings and recommendations of the “Dam Synchronization and Flood Releases in the Zambezi River Basin” Project. The Project's purpose was to address the question, “How can dams and measures of water management in the whole Zambezi River Basin contribute to safeguarding lives, livelihoods and nature while giving room for further sustainable development with due regard for the costs?”.

The Zambezi River, 2 650 kilometres in length from source to mouth, rises in the Kalene Hills of north-western Zambia and flows generally eastwards to the Indian Ocean. With a catchment area of some 1 350 000 Km<sup>2</sup>, the River covers about 25% of the total land area of its eight riparian states of Angola, Namibia, Botswana, Zambia, Zimbabwe, Mozambique, Tanzania and Malawi. Figure 1 refers.

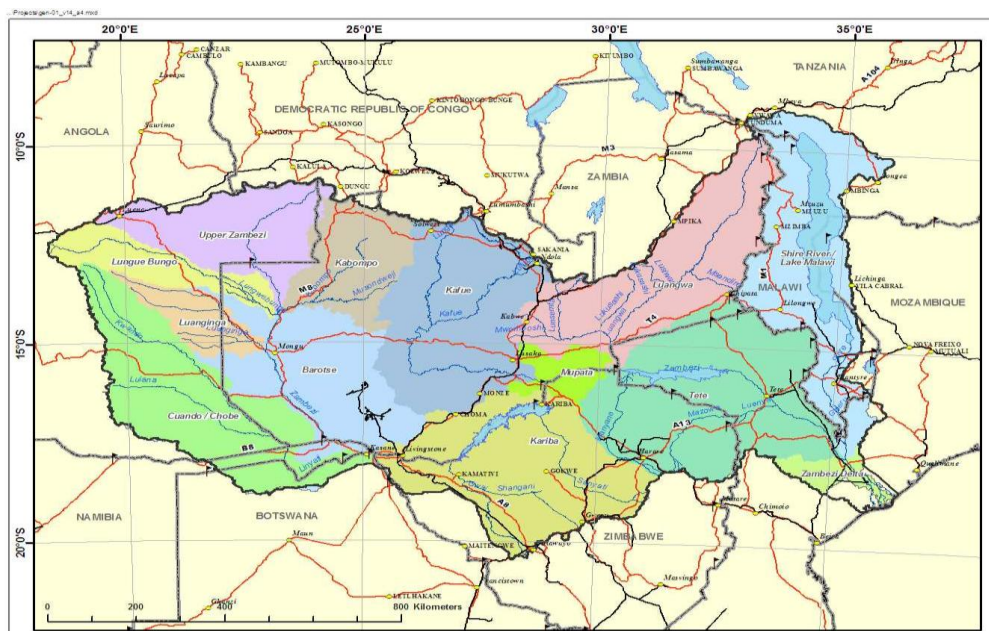


Figure 1: The Zambezi River Basin (Source: ZAMWIS)

The Zambezi River Basin's total population estimate for the year 2000 was 40 million persons with approximately a quarter residing in urban areas. The Basin is well endowed with mineral, water and energy resources, natural tourist attractions like the Victoria Falls, as well as being blessed with a wealth of wildlife.

The Zambezi River Basin is the largest in the Southern African Development Community (SADC) region and is shared by more riparian states than any of the other 14 shared watercourses of SADC. As such, the Basin provides a lot of challenges and opportunities in its development and management.

To date, the majority of the countries of the Zambezi River Basin have conducted water resources development and management on their portions of the river, more or less independently. Examples of such development projects are the Cahora Bassa on the Zambezi, the dams and hydroelectric schemes on the Kafue and Shire rivers; as well as the fisheries and other water based economic activities in the Basin. As the riparian countries establish and

operate such additional projects for various uses, the need for cooperation between the nations in the Basin, in the spirit of the SADC Treaty to which all Zambezi riparians are party to, has become more critical. Water development and management activities by an upstream country may pose serious risks or water shortages to another downstream. Similarly, downstream countries may pose serious developmental constraints on upstream countries by claiming prior use of and rights of water of a shared watercourse. The backflows of reservoir waters in downstream countries can affect communities and the environment of upstream countries. This is particularly so with respect to the operation of the dams and reservoirs in the Basin in light of the recent uncertainties associated with climate variability and possible climate change.

Currently, the major dams in the Zambezi River Basin are not operated together as a single unit to optimise their multiple uses and the overall system potential. The operation of these dams is not synchronised in any way. The dams are operated to satisfy their primary functions: to store water for further use for hydropower production, irrigation, institutional water supplies or for mining purposes. Spillways and flood gates are operated primarily for dam safety reasons to release excess water or floods, and not necessarily for environmental flows or nature. Itzhi-Tezhi Dam in Zambia is the only exception. As such, the operating rules of these dams do not generally incorporate the environmental and social needs downstream and upstream. Thus extreme events' impacts, precipitated by climate variability, lead to stakeholder complaints. Inadequate management of extreme events' impacts, such as those of the floods experienced in the 2000/2001 rainfall season, or during drought years when rivers run dry due to limited rainfall and dam release operations, have often led to significant criticism.

The population in the Zambezi River Basin floodplains is on one hand very vulnerable: people are poor and have little savings; it is difficult to warn people of impending disasters as communication facilities and systems are poor or non-existent; alternatives for shelter or refuge during extreme events are limited; transport is often not available; and people do not want to leave the few belongings and livestock that they have as this often constitutes all their possessions. On the other hand, the people are very resilient: some areas (Barotse Floodplains) have wet season and dry season settlements; houses are built with local material and rebuilt after the floods; the floods also bring fertile soils and therefore allow for winter cropping in the floodplains.

All too often, in some transboundary river basins of the world, inefficient use of water resources is experienced due to lack of cooperation among riparian states. With increased pressure from growing populations, urbanization and economic growth, the demands on scarce water resources are often heightened. Efficiency can be encouraged by establishing Transboundary Water Management (TWM) Protocols and Agreements, such as the Revised SADC Protocol on Shared Watercourses and the ZAMCOM Agreement. These should be founded on strategies developed from well informed studies that build confidence amongst all stakeholders. The “Dam Synchronization and Flood Releases in the Zambezi River Basin Project” is one such study.

The “Dam Synchronization and Flood Releases in the Zambezi River Basin Project” (hereafter referred to as the “Project”), investigated the extent to which the timing of water releases for electricity production, agricultural demands, environmental flow, dam safety, and flood protection from existing and proposed new dams can result in more collective win-win advantages. To effectively manage the inflows, storage and releases for these purposes, the Zambezi system requires forecast of flows at given key locations. Short term forecasts for floods and seasonal forecasts for environmental flows can be incorporated in reservoir operation decision-making as well. At present the predominant interest is on the multi-million dollar hydropower generation investment sector, and any new operational changes or re-allocation of

the water, has to earn the confidence of this sector. Forecasts and appropriate models can be used to reliably demonstrate that the power generating levels/storage will be sustainable whilst ensuring releases are made for environmental flows or flood protection.

Often, the environmental requirements are perceived as competing with other interests such as hydropower generation. During execution of the Project, effort was made to show that flood management and release of environmental flows can be achieved in tandem. This falls in line with the concept that environmental flow management should provide flows needed to sustain freshwater and estuarine ecosystems in coexistence with competing interests such as agriculture, hydropower production, public water supply and industries.

Studies that aim at finding ways to improve the dam operation rules and the development of a flow forecasting system can contribute to the transboundary management of the Zambezi River with due regard for all diverging interests, thereby reducing flooding whilst taking into account the needs of the environment. For a river basin that is as large and complex as the Zambezi, the development of such operation rules and flow forecasting system requires expert input with know-how of the whole catchment, dedicated models and tools and sufficient human resources. This Project thus aims to provide such expert input, amongst other objectives, by finding ways and means to address positively the water infrastructure management and development scenarios in the Zambezi River Basin in respect to flood management, improved livelihoods and water for the environment.

The findings and recommendations of this Project are presented in a six-volume Report structured as follows and as depicted in Figure 2 below:

- a) Executive Summary (this Report);
- b) Main Report: Concepts and recommendations for improved basin-wide management;
- c) Annex 1: Summary report of compiled literature and existing studies, geodata, measuring/gauging stations and available data;
- d) Annex 2: Concepts and recommendations for dam management;
- e) Annex 3: Concepts and recommendations for precipitation and flow forecasting; and
- f) Annex 4: Recommendations for investments

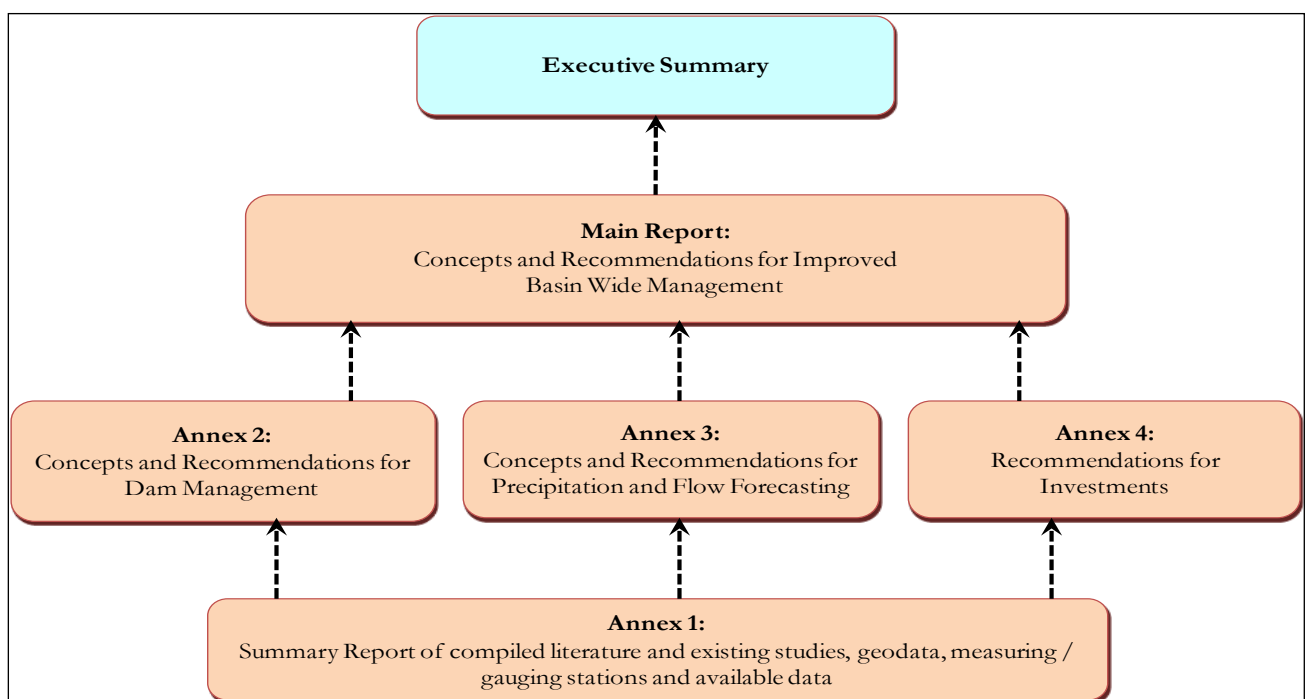


Figure 2: Final Project Reporting



Annex 1 presents available water resources and climatic data for the whole of the Zambezi River Basin as well as information on current management of the Basin that is relevant to the Project. A variety of institutions within the Basin were consulted for this information. The data and information was also analysed and used as reported in the other Annexes 2, 3 and 4.

Annex 2 presents Concepts and Recommendations for Dam Management, which aimed at attaining the following objectives:

- improving the modes of operation of the dams on the Zambezi in order to create a win-win balance amongst the interests of environmental flows, flood reduction, hydropower generation and agriculture; and
- improving cooperation between dam operators in the Basin by applying the latest analytical techniques to provide them with improved approaches to dam management

Annex 3 presents an analysis of the available data and information to derive Concepts and Recommendations for establishing a Precipitation and Flow Forecasting System for the whole Zambezi River Basin. The recommendations from this part of the Project were aimed at addressing the following objectives;

- to improve the reliability of seasonal forecasts, thereby providing Dam Operators with enhanced confidence for flow releases;
- to contribute to an archive of hydrological forecasted and measured information for enhanced dam operation, optimization of hydropower production, flood control and environmental flow releases; and
- to improve operational disaster management by providing Disaster Management/Civil Protection Units with reliable and targeted forecast information.

Annex 4 analyses the investment options that can be considered in the Zambezi River Basin. Different investments are being planned to improve the utilisation of the Zambezi River waters. The investments investigated focussed on improving flood protection and flow regulation. From this perspective, the different investment options were evaluated.

The Main Report of the Project presents the overall concepts and recommendations on ways and means of improving flood protection and providing environmental flows in the Zambezi River Basin. These concepts and recommendations are based on simultaneous consideration of all the various and divergent interests of the riparian states including the need to sacrifice some electricity generation capacity to provide for environmental flows in the rivers.

## **FINDINGS**

Floods and droughts are part of the history of the Zambezi River Basin and have occurred in the situations with and without dams. Large floods and severe droughts are a fact of life in the Zambezi River system. Dams cannot entirely stop floods but can help manage them. In addition, while dams cannot restore the original river flow conditions, the operation of existing and new dams can minimize negative upstream and downstream impacts.

The major dams in the Zambezi River Basin are: Kariba, Cahora Bassa and Itzhi-Tezhi. These major dams, except for Kariba, will fill up and spill every year on average and cannot capture and store large floods. Unregulated tributaries on the Zambezi River System contribute significantly to flooding and they influence timing and magnitude of flood releases. “New” dams on the Zambezi main stem such as the Batoka and Mphanda Nkuwa and on the tributaries such as Kafue Lower, are unlikely to be larger than Kariba but can, if synchronised, reduce pressure on

the existing major dams, bringing flexibility in the operation of the existing major dams in the Zambezi River Basin and thus indirectly contributing to flood management. The conjunctive operation of Kariba Dam and others is thus very important for the management of floods in the Zambezi River system.

New “modes of operating” dams in the Basin that simultaneously address different objectives including dam safety, hydro power production, drought and flood management and the needs of the environment, have been identified and proposed by the Consultant. The new modes of dam operation consider operating rules for the dams which incorporate multiple objectives and span over a number of rainfall seasons while giving due consideration for hydrological cyclicality.

An analysis of historical annual rainfall data reveals cyclic behaviour in rainfall patterns. A number of previous climatology studies predict that the Zambezi River Basin will become drier in the future; the intensity of rainfall will increase and will likely contribute to increased sediment load with resultant negative effects on dam/reservoir usefulness; rainfall will decrease and evaporation will increase. However, most of these studies have focused on climate change and variability as a threat to water availability rather than on the frequency and magnitudes of floods. From the literature review undertaken on cyclone events, there is insufficient evidence to suggest an increase in the frequency of occurrence of cyclonic events but most research findings concur that the intensity of the cyclonic effects, when they occur, will increase.

An analysis of flood retention by wetlands for different seasons showed that the retention varied significantly, probably because the retention capacity largely depends on antecedent water levels in the wetland. Established methods for enhancing wetlands' retention capacity were interrogated and found to be unsuitable for application on the identified wetlands. However, climate change scenarios identified in this Project may have adverse impacts on wetland functioning. These need to be investigated further.

A review of the operating rules for the large existing dams on the Zambezi River system showed that these rules primarily consider dam safety and the provision of water and adequate head for hydropower production.

The current Joint Operations Technical Committee (JOTC) is made up of ARA Zambeze, HCB, ZESA/ZPC, ZESCO, ZINWA and ZRA, is an exclusive technical committee which does not include other key Zambezi River Basin stakeholders like ESCOM, the Disaster Management/Civil Protection Units, WWF and the Red Cross. To ensure the greatest possible benefit from the efficient utilisation of the Zambezi River, such stakeholders currently not in the JOTC, who deal with the effects of floods and droughts, want to be involved in a wider System Operating Forum. Cooperation that is perpetually sustainable can only thrive where costs, risks and benefits are shared, reviewed and updated when conditions change.

The major dams on the Zambezi River have 100% sediment trap efficiency during low floods. However the low Storage/MAR ratios of all current dams in the Zambezi River Basin, except for Kariba, suggest that they cannot store major floods. Essentially, the smaller dams will pass major floods together with their sediment load. As for medium floods, the storage condition just before a major flood (which is affected by the operating rule) may also affect the transport and distribution of sediments from the contributing rivers. Reservoir bottom outlets for sediment flushing are not effective for large dams. However, the new dams on the unregulated tributaries of the Zambezi River should ideally consider bottom outlets for release of minimum flows (contributing to environmental flows), sediment release and water quality management.

There is a clear need for establishing a basin-wide flow forecasting system in the Zambezi River Basin. Until now, flow forecasting has been limited to a national or bi-national focus and has been undertaken largely for the purpose of unilateral dam operational functions. However, the significant flooding that has occurred in the Lower Zambezi and the Chobe Swamps in recent years, the overall power deficit in the SADC region, the growing awareness of the environmental needs of the Basin and the potential gains to be achieved from synchronised and conjunctive operation of the large dams, all point to the importance of reliable and timely monitored and forecasted flow data for stakeholders. Existing models or forecasting/warning systems are available for parts of the Basin, but a comprehensive model or set of models does not currently exist.

It is important to distinguish short, medium and seasonal lead time forecasts. Short lead time forecasts are important for flood forecasting and this forecast timeframe therefore focuses primarily on flood prone areas in the Basin. Medium lead time forecast locations include existing hydropower plants (large and small), while seasonal lead time forecast locations include major hydropower plants and associated structures in the Basin; i.e. Itzhi-Tezhi, Kafue Gorge, Kariba, Cahora Bassa and Kamuzu Barrage. Most forecast locations require a combination of observed flows (or levels) and observed precipitation. For catchments that have a generally fast response, such as those of the Gwayi, Sanyati and Luangwa Rivers, precipitation forecasting will also be important to meet the required lead times. Similarly, below major reservoirs, such as Kariba and Cahora Bassa, observed and forecast reservoir releases will be important to provide accurate information to stakeholders downstream. Current flow gauge coverage in most parts of the Zambezi River Basin is generally adequate for flow forecasting purposes. The most notable deficiency is in the portion of the Zambezi River Basin within Angola, where only one flow gauge is currently operating. On the above basis, 51 candidate streamflow and water level gauges have been identified in the network design (Figure 3).

Most existing flow gauges in the Basin are manual gauges, the existing SADC-HYCOS network and part of the ZRA network are exceptions. For flow forecasting, real-time observations are generally needed; however, in the context of the relatively long travel times of flood peaks in the Zambezi River Basin, manual readings with daily transmission of data by phone or radio would be viable in cases where sub-daily readings are not required. Due to the significant increase in GSM (cell phone) coverage in the Zambezi River Basin in recent years, satellite transmission, which is currently used by gauges within the SADC-HYCOS and ZRA networks, is unlikely to be necessary except in very remote parts of the Basin. The sustainability of automatic flow gauges in the Basin is currently a significant challenge. Key sustainability factors include inadequate funding, vandalism, theft, limited availability of spare parts, loss of maintenance personnel and weather related risks, such as lightning and floods.

The existing density of precipitation gauges in the Basin is generally below what is needed for accurate flow forecasting. In some areas (mostly Zimbabwe, Malawi and parts of Mozambique) current coverage was found to be adequate, but upgrading of the existing manual gauges to automatic stations will be required. Detailed location of such existing manual gauges needing upgrading are given in Annex 3 of the Main Report. Analysis carried out on three case study areas indicates that Satellite Rainfall Estimation (SRE) would be a viable and significantly cheaper alternative to ground based measurement and establishment of an automated basin-wide system for SRE is therefore recommended. However, as ground based measurement is generally more reliable than SRE, upgrading of existing manual stations to real-time is still recommended as a long-term measure.

The establishment of a flow forecasting system for the Zambezi River Basin will require a number of interventions including the development of new models to fill in the gaps between existing models, and most importantly, the establishment of a centralised Flow Forecasting Centre. The proposed Flow Forecasting Centre will be a subsidiary of the ZAMCOM Secretariat, created to fulfil the mandate and obligations of the ZAMCOM Secretariat as per the provisions of Articles 6 and 15 of the ZAMCOM Agreement. The decision on the selection of the location of the Flow Forecasting Centre will be made by the Zambezi riparian states and should include consideration of key technical issues, such as internet connectivity, capital and operational costs, power supply reliability, human capacity, ground and air transport connectivity and potential links to universities and technical institutions.

Based on an approximate cost estimate using 2010 prices and available information, it is estimated that the capital investment cost for a Flow Forecasting Centre would be in the region of US\$275 000, while the annual operating costs would be between US\$800 000 and US\$1.2 million. The major cost would be the annual operating cost and the largest component of this cost would be the salary bill for the required technical staff (60%). Costs would vary depending on the location of the Flow Forecasting Centre and the number of staff included. Possibilities for obtaining finance for a Flow Forecasting Centre include donor agencies, banks and organisations involved in the establishment of flow forecasting systems. However, given the volatility of donor funding, the operational costs of the proposed Flow Forecasting Centre should be met by the Zambezi riparian states.

In terms of infrastructure investments currently being considered, the planned hydropower dams such as Batoka, Kafue Lower and Mphanda Nkuwa, could contribute up to 4 000 MW towards reducing the power deficit in the SADC region. In comparison to normal reservoir power schemes, the reservoir size of run-of-river schemes is relatively small in comparison to the power generating capacity, which is positive for its impact on human settlements, greenhouse gasses (large reservoirs can increase greenhouse gas emissions) and evaporation losses. Designs and operating rules are recommended to sufficiently consider the environment to minimize negative impacts.

Tributaries with high flows generally have technically suitable sites for large dams that can have impact on flood management, but the question is to what extent such dams can contribute to other purposes than flood management, as flood management alone is not sufficient to attract funding. For instance, technically suitable sites for large dams to reduce flooding on the Luangwa river are in National Parks and will therefore be difficult to realize. Moreover, flood protection impacts of small and medium sized dams are limited, but the contribution to livelihoods may create alternative locations for resettlement of persons currently living in flood prone areas. Large scale structural measures for flood protection, such as dykes, require high capital input, high maintenance and operation requirements. Priority by most Zambezi riparian states is currently being given to other investments such as in health care, education and irrigation for poverty alleviation. Combining the advantages of improved public buildings such as schools with the need for refuge areas in terms of flood management, is a promising win-win situation.

Additional investments in existing hydropower stations can contribute to flow regulation. Extra turbines on existing dams will increase the capacity to generate hydropower if reservoir water levels are to be reduced before forecasted floods, as more water is able to pass through the turbines rather than spillways. Such projects are planned at Kariba, Itezhi-Tezhi and Cahora Bassa dams. An extra spillway is being considered as part of the extension of the Cahora Bassa North Bank Power station.

The Lake Malawi/Nyasa/Nyassa – Shire River system is regulated by the Kamuzu Barrage located at the outlet of the Lake. The existing operating rule is for downstream hydropower production requirements. For flood control purposes, the investment in the upgrading of Kamuzu Barrage will contribute to easier operation during flood conditions, but will not benefit extra flood management capacity. Realisation of the power interconnector between Malawi and Mozambique would add more options for flow management as the total dependency of Malawi on the Shire River hydropower generation would decrease.

Apart from the proposed new interconnectors between Malawi and Mozambique and between Zambia and Tanzania, other planned enhancements to the SAPP network, such as the strengthening of the Democratic Republic of Congo to Zambia and Mozambique to Zimbabwe interconnectors, will also improve the possibilities for power production in coordination with flood regulation. Such improvements will indirectly contribute to improved flood management and the introduction of environmental flows in the Zambezi River Basin as there will now be flexibility in the operation of the power plants in conjunction with the hydropower dams as it will be easier to import or export power within the SADC Region as demands and water availability dictate. However, it needs to be noted that importing power from other suppliers is currently far more expensive than producing one's electricity. There will therefore be hesitation to release water from the hydropower dams if there is uncertainty that there would be sufficient inflow into the dam to fill the reservoir afterwards. Combining investments in the Flow Forecasting Centre with a Dispatch Centre for coordinated power production and water management, would therefore increase the benefits further.

The Consultant identified a number of issues, gaps and constraints which could affect acceptance and successful implementation of synchronized operation of dams in the Zambezi River Basin. Table 1 gives a summary of the identified key issues, gaps and constraints.

*Table 1: Summary of Issues, Gaps and Constraints affecting Dam Synchronization in the Zambezi River Basin*

ISSUES	GAPS AND CONSTRAINTS
<i>Zambezi riparian states' water sector Policies and Laws are not harmonized with each other's and/or with the SADC Regional water sector Protocols, Policies and Strategies and/or the ZAMCOM Agreement.</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Domestication of the SADC Protocol on Shared Watercourses, Regional water sector Policy and Strategy, including the Zambezi Watercourse Agreement in the member states.</li> <li>Harmonization of the Zambezi riparian states water sector Legislation, Policies and strategies.</li> </ol>
<i>Establishment of a permanent Zambezi Basin-wide management institution.</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Signing and ratification of the 2004 ZAMCOM Agreement.</li> </ol>
<i>Institutional Capacity constraints.</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Weak national water management institutional capacity to perform river basin management tasks.</li> <li>Inadequate water resources knowledge base for basin-wide development and management.</li> <li>Inadequate effective stakeholder participation in water resources planning, development and management.</li> <li>Communication limitations in and amongst some Basin institutions.</li> <li>Inadequate financial resources to attract and retain skilled staff and to facilitate operations.</li> <li>Putting in place an effective Dam Operator MoU for data/information sharing, synchronized water infrastructure operation and management in the Zambezi River Basin.</li> </ol>
<i>Lack of Trust and Confidence.</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Inculcating and nurturing trust between some Zambezi River Basin stakeholders.</li> <li>Building confidence in a Regional/Basin Precipitation and Flow Forecasting System.</li> </ol>
<i>Lack of investments in water infrastructure.</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Sourcing and securing financial resources to invest in water infrastructure.</li> <li>Identifying sustainable long-term sources of funding.</li> <li>Lack of capacity to prepare bankable projects in riparian states.</li> </ol>

## RECOMMENDATIONS

In coming up with the overall Recommendations for achieving improved Basin-wide Management of the Zambezi River Basin, the following assumptions were made as the issues under these assumptions are of fundamental importance if the recommendations are to be positively considered and eventually implemented:

- 1) An effective (Interim/Permanent) ZAMCOM Secretariat is established and operational;
- 2) The Zambezi riparian states National Water Sector Policies and Legislation have been harmonized with the SADC Protocols, Zambezi Watercourse Agreement, SADC Regional Water Policies and Strategies; and
- 3) Dam Operators have signed an effective and operational MoU for data/information exchange, conjunctive and synchronized dam operation and management.

It should be noted that the above assumptions deal with issues that will take a lot of resources, energy and time for their realization. Therefore, all stakeholders concerned should prioritize the attainment of these assumptions.

The Project's consolidated Recommendations which lead, if implemented, to the achievement of the Project's overall goal of safeguarding lives, enhancing livelihoods and providing environmental flows, while giving room for further sustainable development are given below. Brief explanations of each consolidated Recommendation are given in the Main Report. Table 2 gives the reference details and groups the Project's consolidated Recommendations into three Priority Lists, with Priority List 1 considered to have the highest priority and recommended to be on the interim/permanent ZAMCOM Secretariat's priority list for sourcing of funding and immediate implementation. These consolidated Recommendations summarise and aggregate the more specific Recommendations made and reported on in the Annexes 1 to 4 of the Main Report as summarised in Table 3 below with appropriate referencing for easy access in the relevant Annexes of the Main Report. These consolidated Recommendations are:

### **Project's consolidated Recommendations**

- 1) Operationalise, upgrade, maintain and improve ZAMWIS;
- 2) Support capacity building to facilitate better understanding of dam synchronisation and new modes of dam operation;
- 3) Promote the establishment of a Zambezi River Basin System Operators' Forum;
- 4) Rehabilitate and extend SADC-HYCOS;
- 5) Establish and finance an effective Basin-wide Precipitation and Forecasting Centre;
- 6) Establish a Basin-wide flow forecasting system based on a real-time data acquisition network;
- 7) Implement a pilot project involving the Kariba, Itezhi-Tezhi and Kafue Dams with core activities such as dam synchronisation, conjunctive operation of dams, introduction of e-flows and flood management;
- 8) Carry out a financial assessment of the Project Recommendations and the implications for implementation;
- 9) Expand and improve the forecasting capabilities of the SADC Climate Services Centre;
- 10) Develop new flow forecasting models and integrate with existing models;
- 11) Develop and implement multi-objective dam operating rules;
- 12) Estimate and implement Zambezi Environmental Flows;
- 13) Introduce and implement flood risk zoning for regulation of settlements, land use, warning and rescue systems;

- 14) Improve the understanding of the hydrology and functioning of wetlands in the Zambezi River Basin;
- 15) Invest in new dams such as the Batoka and Mphanda Nkuwa and other water infrastructure to mitigate floods and droughts and provide freshets and water to enhance livelihoods; and
- 16) Support new SAPP interconnections such as the Malawi - Mozambique and Zambia - Tanzania.

Table 2: Consolidated Recommendations Matrix with prioritisation of the Recommendations

NUMBER	CONSOLIDATED RECOMMENDATION	INTERVENTION SHEET	PRIORITY LIST
1	Operationalise, upgrade, maintain and improve ZAMWIS	Annex 1 Sheet # 1.1 and Annex 3 Sheet # 3.13	<b>NUMBER 1</b>
2	Support capacity building to facilitate better understanding of dam synchronisation and new modes of dam operation	Annex 2 Sheet # 2.2	
3	Promote the establishment of a Zambezi River Basin System Operators' Forum	Annex 2 Sheet # 2.1	
4	Rehabilitate and extend SADC-HYCOS	Annex 3 Sheet # 3.1	
5	Establish and finance an effective Basin-wide Precipitation and Forecasting Centre	Annex 3 Sheets # 3.14 & 3.15	
6	Establish a Basin-wide flow forecasting system based on a real-time data acquisition network	Annex 3 Sheet # 3.16	
7	Implement a pilot project involving the Kariba, Itezhi-Tezhi, Kafue and Cahora Bassa dams with core activities such as dam synchronisation, conjunctive operation of dams, introduction of e-flows and flood management.	Annex 2 Sheet # 2.11	
8	Carry out a financial assessment of the Project recommendations and the implications for implementation	Annex 4 Sheet # 4.11	
9	Expand and improve the forecasting capabilities of the SADC Climate Services Centre	Annex 3 Sheet # 3.10	<b>NUMBER 2</b>
10	Develop new flow forecasting models and integrate with existing models	Annex 3 Sheet # 3.8	
11	Develop and implement multi-objective dam operating rules	Annex 2 Sheet # 2.5	
12	Estimate and implement Zambezi Environmental Flows	Annex 2 Sheet # 2.6	
13	Introduce and implement flood risk zoning for regulation of settlements, land use, warning and rescue systems	Annex 4 Sheet # 4.6	
14	Improve the understanding of the hydrology and functioning of wetlands in the Zambezi River Basin	Annex 2 Sheet # 2.10	<b>NUMBER 3</b>
15	Invest in new dams such as Batoka and Mphanda Nkuwa and other water infrastructure to mitigate floods and droughts and provide freshets and water to enhance livelihoods	Annex 2 Sheet # 2.3 & Annex 4 Sheets # 4.6, 4.7 and 4.8	
16	Support new SAPP interconnections (Malawi-Mozambique and Zambia-Tanzania)	Annex 4 Sheet # 4.9	

Figure 4 summarises the specific Project Recommendations extracted from the Annex Reports 1 to 4, linking these to the Project's objectives, outcomes and benefits whilst Figure 5 groups the Project's consolidated Recommendations in line with addressing the Project's question, "How can **dams and measures of water management** in the whole Zambezi River Basin **contribute to safeguarding lives, livelihoods and nature** while giving room for further sustainable development with due regard for the costs?"

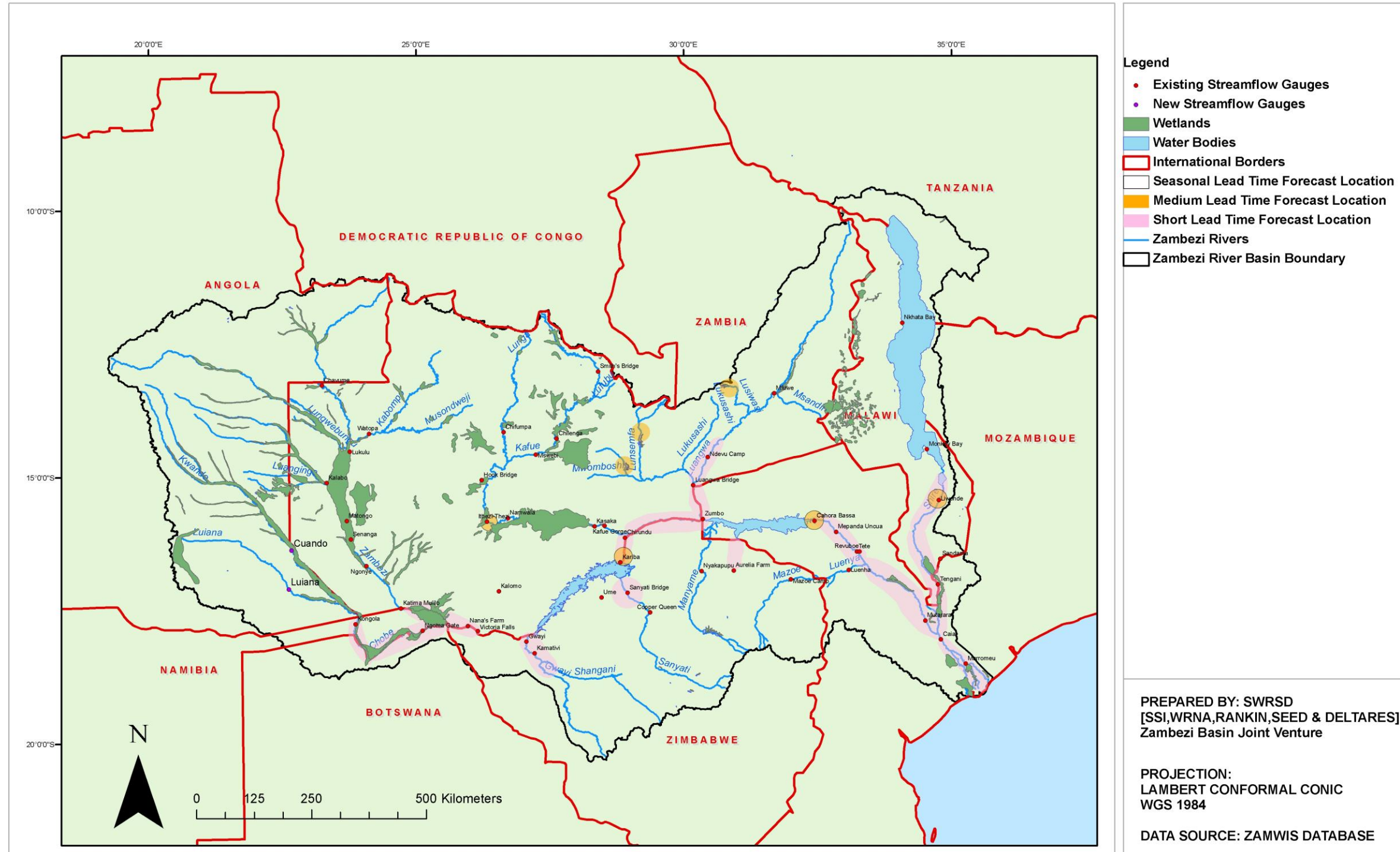
## IMPACTS


Some of the Project's interventions are studies and assessments, including pilot projects. It would thus be premature at this stage to give a comprehensive "if/then" analysis of all the Project's recommendations. The consolidated Recommendation number 8 proposes to make a financial assessment of all the Project's Recommendations in order to have an understanding in financial terms about the costs, risks and benefits of the proposed Recommendations. This financial assessment of the Project's Recommendations will facilitate the identification and better understanding of the anticipated impacts if the Recommendations are implemented. It is thus important and critical that this financial assessment is undertaken soonest. However, at this stage and in accordance with the findings of the Project, it is expected that the following positive impacts can be realised if the Project's consolidated Recommendations are implemented:

- Through establishment of the recommended stakeholder participatory fora, management institutions and capacity building programmes, good governance, communication and enhancement of dam operations in the Zambezi River Basin will be realised;
- Improved, regulated releases from the main reservoirs in the Zambezi River Basin for improved livelihoods and environmental flows will be achieved;
- Basin-wide flow forecasting and exchange of information between stakeholders will be attained resulting in improved management of the water resources and floods in the Zambezi River Basin, for the benefit of power production, dam safety, disaster management, the environment and livelihoods.

Whilst the urban and rural populations of the Zambezi River Basin are affected differently by the impacts of floods and droughts, the recommendations of the Project, if implemented, will benefit both urban and rural populations. The urban population has its own demands on the natural resources of the Zambezi River Basin which are quite different from those of the rural population. The rural population in itself, is also diverse, with different livelihoods. The benefits that the environment will accrue if the Project Recommendations are implemented and the resultant benefits to the livelihoods of the populations in the Basin, is another aspect as well. The overall Recommendations of the Project have wide ranging benefits and impacts if implemented, going beyond the Zambezi River Basin and thus affecting more than the Basin's estimated population as improved hydropower generation from dam synchronisation will support SAPP to the benefit of all SADC citizens. It is a complex task to assign Recommendations and associated benefits/impacts to sub-basin population sizes and their locations and this requires further in-depth study. However, if the Project's Recommendations are implemented, the resultant benefits and impacts will not only accrue and affect the Zambezi River Basin citizens, but will also contribute towards SADC's overall Agenda of regional integration, economic development, and poverty alleviation.









**TRANSBOUNDARY WATER MANAGEMENT IN SADC: DAM SYNCHRONISATION AND FLOOD RELEASES IN THE ZAMBEZI RIVER BASIN PROJECT**

**ZAMBEZI RIVER BASIN: IDENTIFIED FORECAST LOCATIONS AND PROPOSED STREAMFLOW GAUGES FOR FLOW FORECASTING**

On behalf of:

In Delegated Cooperation with:






Figure 3: Map of identified forecasting locations across the Zambezi River Basin with lead time requirements and proposed streamflow gauges

*Table 3: Project's Specific Recommendations leading to Recommendations for improved Basin-wide Management*

REPORT/SECTOR	SPECIFIC RECOMMENDATIONS	INTERVENTION SHEET NUMBER
<i>ANNEX 1: Data and Information</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Operationalise and upgrade ZAMWIS to a fully operational hydrological database</li> <li>2) Analyze and verify existing data in ZAMWIS</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Annex 1 Sheet # 1.1 &amp; Annex 3 Sheet # 3.13</li> <li>2) Annex 1 Sheet # 1.2 &amp; Annex 2 Sheet # 2.7</li> </ol>
<i>ANNEX 2: Dam Management</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Promote the establishment of a Zambezi Basin System Operators' Forum and support existing stakeholder participatory fora.</li> <li>2) Support capacity building to facilitate better understanding of dam synchronisation and new modes of dam operation</li> <li>3) Establish and implement a basin-wide flood and drought risk management plan</li> <li>4) Facilitate the adoption of new modes of dam operation</li> <li>5) Develop operating rules for new dams</li> <li>6) Estimate and implement Zambezi Environmental Flows</li> <li>7) Improve the quality of observed flow data for application on dam management</li> <li>8) Simulate flow time series for the Zambezi River System</li> <li>9) Develop climate change scenarios for the Zambezi River Basin</li> <li>10) Improve the understanding of the hydrology and functioning of wetlands in the Zambezi River Basin</li> <li>11) Implement a pilot project involving the Kariba, Itezhi-Tezhi, Kafue and Cahora Bassa dams with core activities involving dam synchronisation, conjunctive operation of dams, introduction of e-flows and flood management.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Annex 2 Sheet # 2.1</li> <li>2) Annex 2 Sheet # 2.2</li> <li>3) Annex 2 Sheet # 2.3</li> <li>4) Annex 2 Sheet # 2.4</li> <li>5) Annex 2 Sheet # 2.5</li> <li>6) Annex 2 Sheet # 2.6</li> <li>7) Annex 2 Sheet # 2.7</li> <li>8) Annex 2 Sheet # 2.8</li> <li>9) Annex 2 Sheet # 2.9</li> <li>10) Annex 2 Sheet # 2.10</li> <li>11) Annex 2 Sheet # 2.11</li> </ol>
<i>ANNEX 3: Precipitation and Flow Forecasting</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Rehabilitate the SADC-HYCOS Network</li> <li>2) Extend network of real-time gauging stations</li> <li>3) Establish Rating Curves for key gauges</li> <li>4) Enhance procedures for collection of rainfall data</li> <li>5) Upgrade rain gauge network for real-time capability</li> <li>6) Implement approach for use of satellite rainfall estimation (SRE)</li> <li>7) Integrate existing flow forecasting models into a Basin-wide flow forecasting system</li> <li>8) Develop new flow forecasting models and integrate with existing models</li> <li>9) Investigate new forecasting capabilities in collaboration with research institutions and universities</li> <li>10) Expand precipitation forecasting capabilities of the SADC Climate Services Centre</li> <li>11) Review forecast locations and requirements for stakeholders</li> <li>12) Establish data sharing Agreement between Dam Operators and other stakeholders</li> <li>13) Establish Basin-wide Forecasting Centre with training and research roles</li> <li>14) Establish forecasting system using flexible operational platform</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Annex 3 Sheet # 3.1</li> <li>2) Annex 3 Sheet # 3.2</li> <li>3) Annex 3 Sheet # 3.3</li> <li>4) Annex 3 Sheet # 3.4</li> <li>5) Annex 3 Sheet # 3.5</li> <li>6) Annex 3 Sheet # 3.6</li> <li>7) Annex 3 Sheet # 3.7</li> <li>8) Annex 3 Sheet # 3.8</li> <li>9) Annex 3 Sheet # 3.9</li> <li>10) Annex 3 Sheet # 3.10</li> <li>11) Annex 3 Sheet # 3.11</li> <li>12) Annex 3 Sheet # 3.12</li> <li>13) Annex 3 Sheets # 3.14 &amp; 3.15</li> <li>14) Annex 3 Sheet # 3.16</li> </ol>
<i>ANNEX 4: Investments</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Assess Investments in the regulation of the Shire River and Lake Malawi</li> <li>2) Assess Investments in multi-purpose dams on the mainstream Zambezi and Kafue Rivers</li> <li>3) Facilitate the siting of new dams/reservoirs on the Zambezi River unregulated tributaries</li> <li>4) Support the construction of an extra spillway at Cahora Bassa Dam</li> <li>5) Provide adequate bottom outlets in new dams</li> <li>6) Support the coordination of flood risk zoning initiatives</li> <li>7) Support local multi-purpose measures which add to flood protection</li> <li>8) Consider local structural flood protection measures or diversion of floods</li> <li>9) Support new SAPP interconnections</li> <li>10) Support Forecasting Centre and SAPP Dispatching Centre</li> <li>11) Carry out a financial assessment of the Project recommendations and the implications for implementation</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Annex 4 Sheet # 4.1</li> <li>2) Annex 4 Sheet # 4.2</li> <li>3) Annex 4 Sheet # 4.3</li> <li>4) Annex 4 Sheet # 4.4</li> <li>5) Annex 4 Sheet # 4.5</li> <li>6) Annex 4 Sheet # 4.6</li> <li>7) Annex 4 Sheet # 4.7</li> <li>8) Annex 4 Sheet # 4.8</li> <li>9) Annex 4 Sheet # 4.9</li> <li>10) Annex 4 Sheet # 4.10</li> <li>11) Annex 4 Sheet # 4.11</li> </ol>

# Dam Synchronisation and Flood Releases in the Zambezi River Basin Project

## Current situation

As at end of 2010:

- Almost all the countries of the Zambezi River have conducted water resources development and management on their portion of the river, more or less independently.
- There is currently no basin-wide conjunctive operation of the major dams in the Zambezi River Basin to optimize their multiple uses and the overall system potential.
- The operation of the major dams in the Zambezi River Basin is not comprehensively synchronized.
- Spillways and flood gates are operated primarily for dam safety reasons to release excess water or floods, and not necessarily for the environment or for nature purposes. As such, the operating rules of these dams do not generally incorporate the environmental and social needs of the downstream and upstream environment. Itzhi-Tezhi Dam in Zambia is the only exception.
- All the Zambezi River Basin riparian states are party to the Revised 2000 SADC Protocol on Shared Watercourses as well as the 2008 Zambezi River Basin Integrated Water Resources Management Strategy and Plan.
- The Joint Operations Technical Committee (JOTC) constituted by the Dam Operators of Mozambique ARA Zambeze, Zimbabwe Power Company (ZPC), Zambia Electricity Supply Corporation (ZESCO), Zambezi River Authority (ZRA) and Mozambique Hydro-Cahora Bassa (HCB) and Zimbabwe National Water Authority (ZINWA) often meet to discuss dam operations.
- The Dam Operators, Power Producers and other water management institutions in the Zambezi River Basin are sharing data and information, particularly during the rainfall season and flood situations, albeit in an informal manner.
- The Zambezi Water Management Information System (ZAMWIS) database has been developed and operated under the interim/permanent ZAMCOM Secretariat.



## This Project

This Project investigated during 2010-2011 the extent to which the timing of water releases for electricity production, agricultural demands, environmental flow, dam safety, and flood protection from existing and proposed new dams in the Zambezi River Basin can result in more collective advantages. To effectively manage the river inflows, storage and releases for these purposes, the Zambezi river system requires forecast of flows at key locations. Short term forecasts for floods and seasonal forecasts for environmental flows can be incorporated in reservoir operation decision-making. Additionally, investments that could influence flood protection and flow regulation have been evaluated.

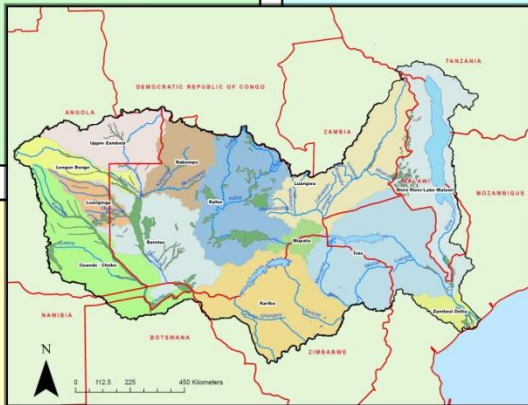
The Project Recommendations made are directed at and are for the attention of basin custodians – the Zambezi riparian states.

## Recommendations for Dam Management

- Establish Zambezi River Basin System Operators' Forum
- Develop and implement multi-objective dam operating rules
- Establish and implement a basin-wide flood and drought risk management plan
- Facilitate the adoption of the new modes of dam operation
- Improve the appreciation of the hydrology and functioning of wetlands in the Zambezi River Basin
- Develop climate change adaptation scenarios for the Zambezi River Basin
- Estimate and implement Zambezi Environmental Flows regulation obligations
- Improve the quality of river observed flow data and simulate associated flow time series
- Implement a pilot project involving the Kariba, Itzhi-tezhi, and Cahora Bassa Dams with core activities such as dam synchronisation, conjunctive operation of dams, introduction of e-flows and flood Management

## Recommendations for Precipitation and Flow Forecasting

- Rehabilitate the SADC-HYCOS Network
- Extend network of real-time gauging stations
- Establish Rating Curves for key gauges
- Enhance procedures for collection of rainfall data
- Upgrade rain gauge network for real-time capability
- Implement approach for use of satellite rainfall estimation
- Integrate existing river flow forecast models into a basin-wide flow forecast system
- Develop additional river flow forecasting models and integrate with existing models
- Explore and expand precipitation forecasting capabilities of Climate Services Centre
- Establish Basin-wide river Flow Forecasting Centre
- Establish river flow forecasting system using a flexible operational platform



## Recommendations for Information Management

- Support the operationalisation and upgrading of ZAMWIS
- Analyze and verify existing data

## Recommendations for Investments

- Investment in the regulation of the Shire River and Lake Malawi/Nyasa/Nyassa
- Investments in multi-purpose dams on the mainstream Zambezi River and Kafue Tributary
- Investments on new dams on other Zambezi tributaries
- Additional spillway for Cahora Bassa Dam
- Reservoir bottom outlets for sediment management
- Establish flood risk zoning for regulation of settlements, land use, warning and rescue systems
- Structural flood protection measures/diversion of floods
- Support new SAPP interconnections
- Carry out a financial assessment of the Project recommendations and the implications for implementation



Figure 4: Project's Specific Recommendations and Project Objectives/Outcomes/Benefits

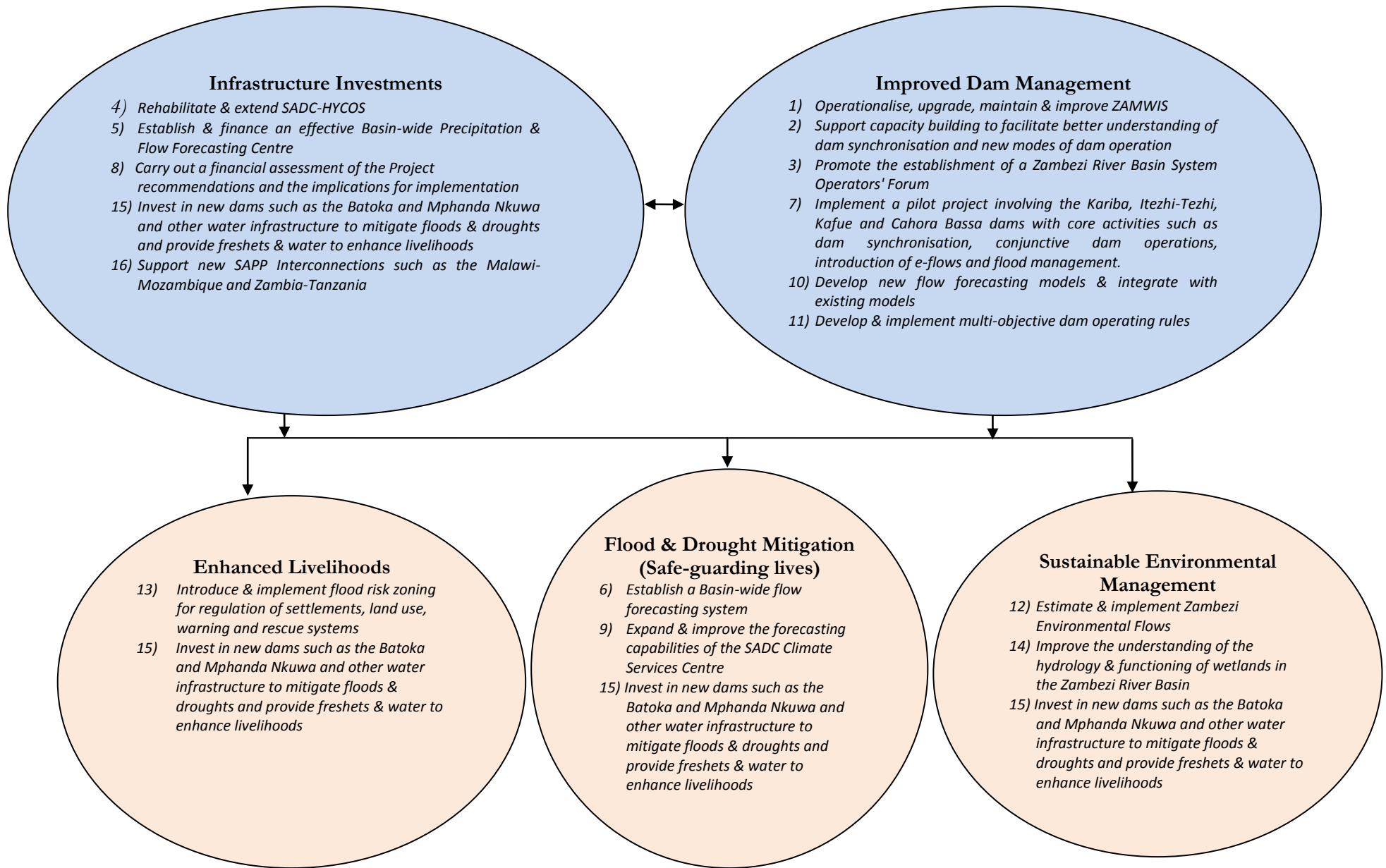


Figure 5: Grouping of Project's consolidated Recommendations for improved Basin-wide management



# Gestão Transfronteiriça de Água na SADC

## PROJECTO DE SINCRONIZAÇÃO DE BARRAGENS E DESCARGAS DE CHEIAS NA BACIA DO RIO ZAMBEZE



### Sumário Executivo

31 de Março de 2011



On behalf of:

### SWRSD Zambezi Basin Joint Venture

Este relatório faz parte do Projecto de Sincronização de Barragens e Descargas de Cheias na Bacia do Rio Zambeze (2010-2011), que forma parte do programa de Gestão Transfronteiriça de Água na SADC. Para obter mais informação sobre este projecto e/ou programa, por favor contacte:

Mr. Phera Ramoeli  
Senior Programme Officer (Water)  
Directorate of Infrastructure and Services  
SADC Secretariat  
Private Bag 0095  
Gaborone  
Botswana  
Tel: +267 395-1863  
Email: [water@sadc.int](mailto:water@sadc.int)

Mr. Michael Mutale  
Executive Secretary  
Interim ZAMCOM Secretariat  
Private Bag 180  
Gaborone  
Botswana  
Tel: +267 365-6670 or +267 365-6661/2/3/4  
Email: [secretariat@zamcom.org](mailto:secretariat@zamcom.org)

## Índice

ÍNDICE.....	I
LISTA DE TABELAS.....	I
LISTA DE FIGURAS .....	I
LISTA DE ACRÓNIMOS .....	II
SUMÁRIO EXECUTIVO .....	1

### Lista de Tabelas

TABELA 1	RESUMO DAS QUESTÕES, LACUNAS E CONSTRANGIMENTOS QUE AFECTAM A SINCRONIZAÇÃO DE BARRAGENS NA BACIA DO RIO ZAMBEZE .....	9
TABELA 2	MATRIZ DE RECOMENDAÇÕES CONSOLIDADAS COM A PRIORIZAÇÃO DAS RECOMENDAÇÕES .....	11
TABELA 3	RECOMENDAÇÕES ESPECÍFICAS DO PROJECTO LEVANDO A RECOMENDAÇÕES PARA A MELHORIA DA GESTÃO AMPLA DA BACIA.....	14

### Lista de Figuras

FIGURA 1:	A BACIA DO RIO ZAMBEZE (FONTE: ZAMWIS) .....	1
FIGURA 2:	RELATÓRIOS FINAIS DO PROJECTO .....	4
FIGURA 3:	MAPA DAS LOCALIZAÇÕES DAS PREVISÕES IDENTIFICADAS AO LONGO DA BACIA DO RIO ZAMBEZE COM OS REQUISITOS E ESTAÇÕES DE CAUDAL PROPOSTAS .....	13
FIGURA 4:	RECOMENDAÇÕES ESPECÍFICAS DO PROJECTO E OBJECTIVOS/RESULTADOS/BENEFÍCIOS .....	15
FIGURE 5:	AGRUPAMENTO DAS RECOMENDAÇÕES CONSOLIDADAS DO PROJECTO PARA A MELHORIA AMPLA DA GESTÃO DA BACIA.....	16

## Lista de Acrónimos

AG	Grupo de Assessoria
ARA Zambeze	Administração Regional de Águas para o Zambeze, Moçambique
ARS	Sistema Automático de Precipitação
CBO	Organizações Baseadas na Comunidade
CDM	Mecanismo de Desenvolvimento Limpo
CPC	Centro de Previsão Climática
DANIDA	Assistência Internacional de Desenvolvimento Dinamarquesa
DNA	Direcção Nacional de Águas
DWA	Departamento de Assuntos da Água, Zambia
ECMWF	Centro Europeu para a Previsão do Tempo a Médio Prazo
EDM	Electricidade de Moçambique
EFR	Requisitos de Causais Ambientais
ESCOM	Comissão de Fornecimento de Electricidade do Malawi
EU	União Europeia
GIZ	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH (Cooperação Alemã Internacional)
HCB	Hidroeléctrica de Cahora Bassa
HYCOS	Estação de Observação do Ciclo Hidrológico
ICOLD	Comissão Internacional de Grandes Barragens
ICP	Parceiro Internacional de Cooperação
IFR	Requisitos de Caudais Ecológicos
IFRC	Federação Internacional da Cruz Vermelha e das Sociedades Crescentes Vermelhas
IPCC	Painel Intergovernamental das Mudanças Climáticas
ISO	Organização Internacional de Normalização
IUCN	União Internacional para a Conservação da Natureza
MAR	Escoamento Anual Médio
METEOSAT	Satélites Meteorológicos
MoU	Memorando de Entendimento
MIWD	Ministério de Irrigação e Desenvolvimento da Água, Malawi
NCAR	Centro Nacional para a Investigação Atmosférica
NCEP	Centros Nacionais para a Previsão Ambiental
NGO	Organização Não-Governamental
NMC	Centro Nacional Meteorológico
NOAA	Administração Nacional Oceânica e Atmosférica, EUA
PC	Comité Político
PMC	Comité de Gestão de Projectos
PMS	Sistema de Gestão de Desempenho
PSC	Comité de Direcção de Projecto
RBO	Organização da Bacia Hidrográfica
RSAP	Plano de Acção Estratégico Regional
RSMC	Centro Meteorológico Especializado Regional, Pretoria
SADC	Comunidade para o Desenvolvimento da África Austral
SAPP	Grupo de Energia da África Austral
SARCOF	Fórum de Observação Regional do Clima da África Austral
SAWS	Serviços Meteorológicos da África do Sul
SIDA	Agência Internacional de Desenvolvimento Sueco
SWRSJ JV	SSI, WRNA, Rankin, SEED, Deltas Joint Venture (a Joint Venture de Firmas de Consultoria para este Projecto)
ToR	Termos de Referência



TRMM	Missão de Medição da Precipitação
TIWW	Semana de Trabalho “ <i>Think Tank (Centros de Ideias)</i> ”
TWM	Gestão da Água Transfronteiriça
UNFCC	Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança Climática
UNZA	Universidade da Zâmbia
USAID	Agência Internacional para o Desenvolvimento Internacional
USGS	Pesquisa Geológica dos EU
UTIP	Unidade Técnica de Implementação de Projectos Hidroeléctricos
WB	Banco Mundial
WMO	Organização Mundial Metereológica
WWF	Fundo Mundial para a Natureza
ZACPLAN	Plano de Acção do Zambeze
ZAMCOM	Comissão dos Cursos de Água do Zambeze
ZAMWIS	Sistema de Informação da Água do Zambeze
ZESA	Autoridade de Fornecimento de Electricidade do Zimbabwe
ZESCO	Empresa de Fornecimento de Electricidade da Zâmbia
ZINWA	Autoridade Nacional da Água do Zimbabwe
ZMSD	Departamento de Serviços Metereológicos do Zimbabwe
ZPC	Empresa de Energia do Zimbabwe
ZRA	Autoridade do Rio Zambeze

## Sumário Executivo

### GERAL

Este Sumário Executivo apresenta uma sinopse dos desafios globais, as conclusões e as recomendações do Projecto "Sincronização de Barragens e Descargas de Cheia na bacia do rio Zambeze". A finalidade do projecto era de abordar a questão: "Como podem as barragens e as medidas de gestão da água em toda a Bacia do Rio Zambeze contribuir para a salvaguarda da vida, para a subsistência e para a natureza, dando espaço para promover o desenvolvimento sustentável tendo em conta os custos?".

O rio Zambeze, com 2 650 quilómetros de extensão da nascente até a foz, nasce nas Colinas de Kalene do noroeste da Zâmbia e escoia geralmente a leste para o Oceano Índico. Com uma área de influência de cerca de 1 350 000 Km<sup>2</sup>, o rio cobre cerca de 25% da área total da terra dos seus oito Estados ribeirinhos: Angola, Namíbia, Botswana, Zâmbia, Zimbábue, Moçambique, Tanzania e Malawi. Vêr figura 1.

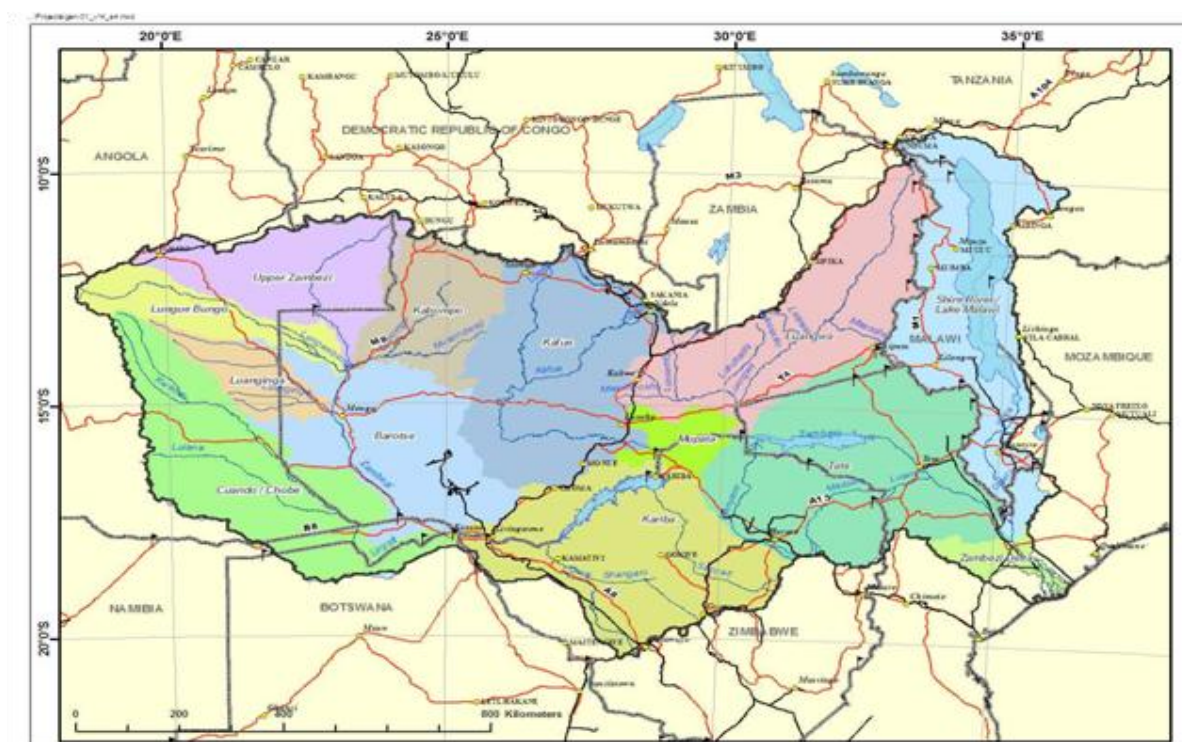


Figura 1: A bacia do Rio Zambeze (Fonte: ZAMWIS)

A estimativa da população total da Bacia do Rio Zambeze para o ano de 2000 foi de 40 milhões de pessoas com cerca de um quarto a residir em áreas urbanas. A Bacia é bem dotado de água mineral e recursos energéticos, atractivos turísticos naturais como as Cataratas Victoria, bem como abençoado com uma vida selvagem rica.

A Bacia do Rio Zambeze é a maior da Comunidade para o Desenvolvimento da África Austral (SADC) e é partilhada por mais estados ribeirinhos do que qualquer um dos outros 14 cursos de água compartilhados dentro da SADC. Como tal, a bacia fornece uma série de desafios e oportunidades no seu desenvolvimento e gestão.

Até à data, a maioria dos países da bacia do rio Zambeze têm conduzido o desenvolvimento dos recursos hídricos e gestão das suas partes do rio, mais ou menos independentemente. Exemplos de tais projectos de desenvolvimento, são Cahora Bassa, no rio Zambeze, as barragens e hidreléctricas nos rios Kafue e Shire, bem como a pesca e outras actividades económicas relacionadas com a na água na Bacia. Como os países ribeirinhos estabelecem e operam tais projectos adicionais para vários usos, a necessidade de cooperação entre as nações dentro da bacia, no espírito do Tratado da SADC de que todos os países ribeirinhos do Zambeze são parceiros, tornou-se mais crítica. As actividades de gestão e desenvolvimento da água de um país a montante podem representar sérios riscos de escassez de água para outro situado a jusante. Da mesma forma, os países a jusante podem representar sérias restrições ao desenvolvimento dos países de montante por reivindicarem o uso prévio e direitos à água de um rio compartilhado. Os retornos das águas das albufeiras nos países a jusante podem afectar as comunidades e o ambiente nos países a montante. Isto é particularmente verdade no que diz respeito à operação das barragens e albufeiras na Bacia, à luz das recentes incertezas associadas à variabilidade e possíveis mudanças climáticas.

Actualmente, as grandes barragens na bacia do rio Zambeze não são operadas em conjunto como uma única unidade de forma a otimizar os seus usos múltiplos e o potencial total do sistema. A operação destas barragens não está de forma alguma sincronizada. As barragens são operados para satisfazer as suas funções básicas: armazenar a água para posterior utilização na produção de energia hidroeléctrica, irrigação, abastecimento de água para fins institucionais ou de mineração. Os descarregadores e as comportas são operadas principalmente por razões de segurança das barragens para descarregar o excesso de água ou de cheias, e não necessariamente para os caudais ambientais ou da natureza. A barragem de Itezhi-Tezhi na Zâmbia é a única excepção. Como tal, as regras de exploração destas barragens geralmente não incorporam as necessidades ambientais e sociais a montante e a jusante. Assim, os impactos de eventos extremos, precipitados pela variabilidade do clima, levam a queixas das partes interessadas. A gestão inadequada dos impactos de eventos extremos, tais como os das cheias ocorridas na temporada de chuvas de 2000/2001, ou durante os anos de seca, quando os rios ficam secos devido à precipitação limitada e operações de descarga das barragens, tem muitas vezes levado a críticas significativas.

A população situada nas planícies de inundação da bacia do rio Zambeze é por um lado muito vulnerável: as pessoas são pobres e têm poucas poupanças, sendo difícil avisar as pessoas sobre desastres iminentes, uma vez que os meios de comunicação e sistemas são pobres ou inexistentes; as alternativas para o abrigo ou refúgio durante eventos extremos são limitadas; o transporte muitas vezes não está disponível e as pessoas não querem deixar os poucos pertences e animais que tenham, uma vez que muitas vezes constitui todas as suas posses. Por outro lado, as pessoas são muito resilientes: algumas áreas (Planície de inundação Barotse) têm assentamentos para a estação chuvosa e para a estação seca; as casas são construídas com material local e reconstruídas após as cheias, os rios também trazem solos férteis e, portanto, permitem o cultivo nas planícies de inundação durante o inverno.

Muitas vezes, em algumas bacias hidrográficas transfronteiriças do mundo, ocorre o uso ineficiente dos recursos hídricos devido à falta de cooperação entre os Estados ribeirinhos. Com a pressão das populações crescentes, urbanização e crescimento económico, aumentam muitas vezes as demandas sobre os escassos recursos hídricos. A eficiência pode ser incentivada através da criação de Protocolos e Acordos de Gestão da Água Transfronteiriça (TWM) tais como o Protocolo Revisto da SADC sobre Cursos de Água Partilhados e o Acordo ZAMCOM. Estas devem ser baseadas em estratégias desenvolvidas a partir de estudos bem informado que

produzam confiança entre as partes interessadas. O "Projecto para a Sincronização de Barragens e Descargas de Cheia no rio Zambeze" é um exemplo de tais estudos.

O "Projecto de Sincronização de Barragens e Descargas de Cheia na Bacia do Rio Zambeze" (doravante referido como o "Projecto"), investigou a extensão a que os tempos de descargas de água para a produção de electricidade, demandas agrícolas, caudais ambientais, segurança de barragens e protecção de cheias a partir de barragens existentes e novas, podem resultar numa vantagem mais colectiva em que todos beneficiem. Para gerir eficazmente os caudais de armazenamento, reserva e descargas para esses fins, o sistema do Zambeze exige a previsão de dados de caudais em locais chave. As previsões a curto prazo para as cheias e as previsões sazonais dos caudais ambientais podem também ser incorporadas na tomada de decisão da operação das albufeiras. Actualmente, o interesse predominante é no sector de investimento multimilionário de geração de energia, e quaisquer novas mudanças operacionais ou redistribuição da água, tem que ganhar a confiança deste sector. As previsões e modelos adequados podem ser usados para demonstrar de forma confiável que os níveis de geração de energia / armazenamento serão sustentáveis, assegurando-se que as descargas são feitas para os caudais ambientais ou para a protecção contra as cheias.

Muitas vezes, as exigências ambientais são percebidas como estando a competir com outros interesses, tais como a geração de energia hidreléctrica. Durante a execução deste Projecto, foram feitos esforços para mostrar que a gestão das cheias e a descarga dos caudais ambientais podem ser alcançados em conjunto. Isso está em linha com o conceito de que a gestão do caudal ambiental deve fornecer os caudais necessários à manutenção de água doce e ecossistemas no estuário em coexistência com os interesses concorrentes, tais como a agricultura, produção de energia hidroeléctrica, o abastecimento de água público e as indústrias.

Os estudos que visam encontrar formas de melhorar as regras de operação da barragem e o desenvolvimento de um sistema de previsão de caudais podem contribuir para a gestão transfronteiriça do rio Zambeze, tendo em conta todos os interesses divergentes, reduzindo simultaneamente as inundações, tendo em conta as necessidades do ambiente. Para uma bacia hidrográfica que é tão grande e complexa como a do Zambeze, o desenvolvimento de regras de operação e o sistema de previsão de caudais de entrada exige a contribuição de especialistas com know-how da bacia inteira, modelos dedicados e ferramentas e recursos humanos suficientes. Este Projecto pretende assim, contribuir com tais conhecimentos, entre outros objectivos, encontrando formas e meios para resolver positivamente a gestão das infra-estruturas da água e cenários de desenvolvimento na bacia do rio Zambeze, no que diz respeito à gestão de cheias, meios de subsistência melhorados e água para o ambiente.

As conclusões e recomendações deste Projecto são apresentados em um relatório de seis volumes, estruturado da seguinte forma, conforme ilustrado na figura 2 abaixo:

- a) Sumário Executivo (este relatório);
- b) Relatório principal: Conceitos e recomendações para a melhoria da gestão da bacia;
- c) Anexo 1: Relatório de síntese da literatura recolhida e estudos existentes, dados geográficos, estações de medida/hidrométricas e os dados disponíveis;
- d) Anexo 2: Conceitos e recomendações para a gestão das barragens;
- e) Anexo 3: Conceitos e recomendações para a previsão da precipitação e do caudal; e
- f) Anexo 4: Recomendações para investimentos

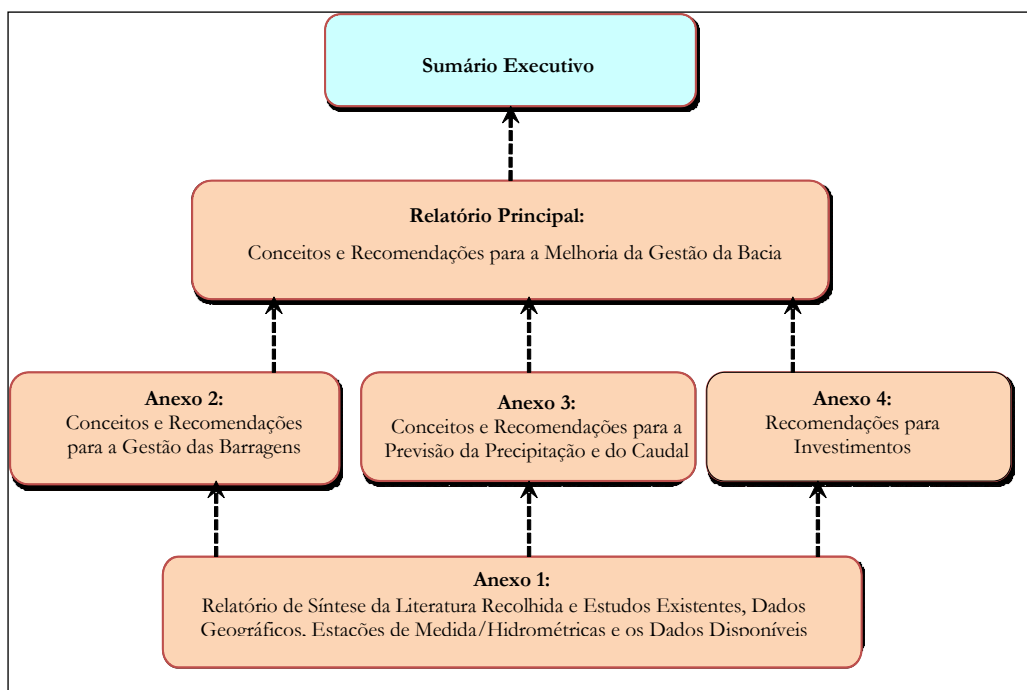


Figura 2: Relatórios Finais do Projecto

O Anexo 1 apresenta os recursos hídricos disponíveis e os dados climáticos de toda a bacia do rio Zambeze, bem como as informações sobre a gestão actual da Bacia do que é relevante para o Projecto. Foram consultadas uma variedade de instituições dentro da Bacia para obtenção desta informação. Os dados e informações também foram analisadas e utilizadas como relatado nos outros anexos 2, 3 e 4.

O Anexo 2 apresenta os Conceitos e Recomendações para a Gestão da Barragem, que visa atingir os seguintes objectivos:

- melhorar os modos de operação das barragens no rio Zambeze, a fim de criar um equilíbrio de benefícios entre os interesses de caudais ambientais, redução de cheias, geração de energia hidreléctrica e agricultura;
- melhorar a cooperação entre os operadores de barragens na Bacia, aplicando as mais modernas técnicas por forma a proporcionar melhores abordagens para a gestão de barragens

O Anexo 3 apresenta uma análise dos dados e informações disponíveis para a obtenção dos Conceitos e Recomendações para o estabelecimento de um Sistema de Previsão da Precipitação e de Caudais para toda a bacia do rio Zambeze. As recomendações desta parte do Projecto estavam destinadas a resolver os seguintes objectivos;

- melhorar a confiança das previsões sazonais, proporcionando assim aos Operadores de Barragens uma maior confiança para a descarga de caudais;
- contribuir para um arquivo de informação hidrológica prevista e medida para o reforço das operações de barragens, optimização da produção hidreléctrica, controle de cheias e descargas de caudais ambientais;
- melhorar a gestão de desastres operacionais, proporcionando Unidades de Protecção de Desastres / Protecção Civil com informações de previsão confiáveis e orientadas.

O Anexo 4 analisa as opções de investimento que podem ser consideradas na bacia do rio Zambeze. Diferentes investimentos estão a ser planeados para melhorar o aproveitamento das

águas do rio Zambeze. Os investimentos investigados empenham-se na melhoria da protecção contra as cheias e na regulação do caudal. Sob essa perspectiva, as diferentes opções de investimento foram avaliadas.

O relatório principal do Projecto apresenta os conceitos e recomendações gerais sobre as formas e meios de melhorar a protecção contra cheias e fornecer os caudais ambientais na bacia do rio Zambeze. Estes conceitos e recomendações estão baseados na análise simultânea de todos os interesses diversos e divergentes dos Estados ribeirinhos, incluindo a necessidade de sacrificar alguma capacidade de geração de electricidade para fornecer os caudais ambientais nos rios.

## REVELAÇÕES

As cheias e secas fazem parte da história da bacia do rio Zambeze e ocorreram em situações com e sem barragens. As grandes inundações e secas severas são um facto da vida do sistema do rio Zambeze. As barragens não podem parar totalmente as cheias, mas podem ajudar a geri-las. Além disso, enquanto as represas não podem restaurar as condições originais de caudal do rio, a operação das barragens existentes e das novas podem minimizar os impactos negativos a montante e a jusante.

As grandes barragens na bacia do rio Zambeze são: Kariba, Cahora Bassa e Itezhi-Tezhi. Estas grandes barragens, excepto a Kariba, vão encher-se e descarregar todos anos, em média, e não podem capturar e armazenar grandes cheias. Os afluentes não regulados no Sistema do Rio Zambeze contribuem significativamente para as cheias e influenciam o tempo e a magnitude das descargas de cheia. É improvável que as "novas" barragens no curso principal do Zambeze, como a Batoka e a Mphanda Nkuwa e nos afluentes, tais como o Baixo Kafue, sejam maiores do que a Kariba, mas podem, se sincronizadas, reduzir a pressão sobre as importantes barragens existentes, trazendo flexibilidade na operação das barragens existentes na bacia do rio Zambeze e, assim, indirectamente, contribuir para a gestão das cheias. A operação conjunta da Barragem de Kariba e outros, é assim muito importante para a gestão das cheias no sistema do rio Zambeze.

Novos "modos de operação" das barragens na Bacia que tratem simultaneamente vários objectivos, incluindo a segurança da barragem, a produção de energia hidroeléctrica, a gestão das secas das cheias e as necessidades do ambiente foram identificados e propostos pelo Consultor. Os novos modos de operação da barragem consideram as regras de operação para as barragens que incorporem objectivos múltiplos e abrangem mais de um número de estações de precipitação, dando a devida consideração ao ciclo hidrológico.

Uma análise dos dados históricos de precipitação anual revela um comportamento cíclico nos padrões de precipitação. Uma série de estudos de climatologia anteriores prevêem que a Bacia do Rio Zambeze ficará mais seca no futuro, a intensidade de precipitação vai aumentar e, provavelmente, contribuir para a carga de sedimentos, com o consequente aumento dos efeitos negativos sobre a utilidade da barragem / albufeira; a precipitação diminuirá e aumentará a evaporação. Entretanto, a maioria desses estudos concentraram-se nas alterações climáticas como uma ameaça à disponibilidade de água e não na frequência e magnitude das cheias. Da revisão bibliográfica realizada sobre os eventos do ciclone, não há evidências suficientes para sugerir um aumento na frequência de ocorrência de eventos ciclónicos, mas os resultados da maioria das pesquisas concordam que a intensidade dos efeitos ciclónicos, quando ocorrem, irão aumentar.

Uma análise de retenção de cheias nas zonas húmidas para as diferentes estações mostraram que a retenção variou significativamente, provavelmente porque a capacidade de retenção depende em grande medida dos antecedentes dos níveis de água nas zonas húmidas. Procurou-se saber informações sobre os métodos estabelecidos para reforçar a capacidade de retenção das terras húmidas e considerou-se inadequados para a aplicação nas zonas húmidas identificadas. No entanto, os cenários de mudanças climáticas identificados no presente Projecto podem ter impactos negativos sobre o funcionamento das terras húmidas. Estes precisam de ser investigadas mais profundamente.

Uma revisão das regras de funcionamento para as grandes barragens existentes no sistema do rio Zambeze, mostrou que essas regras em primeiro lugar consideram a segurança da barragem e o fornecimento de água e a carga adequada para a produção de energia hidroeléctrica.

O actual Comité Técnico de Operações Conjuntas (JOTC) é composto pela ARA Zambeze, HCB, ZESA ZPC, ZESCO, ZINWA e ZRA, é uma comissão técnica exclusiva que não inclui outras partes interessadas importantes da Bacia do Rio Zambeze como a ESCOM, a Unidade de Gestão de Desastres / Protecção Civil, a WWF e a Cruz Vermelha. Para garantir o maior benefício possível da utilização eficiente do rio Zambeze, tais partes interessadas, no momento não incluídas no JOTC, que lidam com os efeitos das cheias e das secas, querem estar envolvidas num amplo Fórum de Cooperação de Sistemas Operacionais. Uma cooperação que está perpetuamente sustentável só pode prosperar se os custos, riscos e benefícios são compartilhados, revistos e actualizados quando as condições mudam.

As grandes barragens no rio Zambeze tem uma eficiência de retenção de sedimentos de 100% durante as baixas cheias. No entanto o baixo rácios de armazenamento de baixa armazenagem / MAR de todas as actuais barragens localizadas na Bacia do Rio Zambeze, com excepção de Kariba, sugerem que não podem armazenar grandes cheias. Essencialmente, as barragens menores passarão por grandes cheias, juntamente com a sua carga de sedimentos. Quanto a cheias médias, a condição de armazenamento mesmo antes de uma grande cheia (que é afectada pela regra de operação) também pode afectar o transporte e a distribuição de sedimentos dos rios afluentes. As descargas de fundo para a descarga de sedimentos em albufeiras, não são efectivas para grandes barragens. No entanto, as novas barragens nos afluentes desregulados do rio Zambeze devem, idealmente, considerar descargas de fundo para a descarga de caudais mínimos (contribuindo para os caudais ambientais), a descarga de sedimentos e a gestão da qualidade da água.

Há uma clara necessidade de estabelecer um sistema de previsão de caudais mais amplo da bacia do rio Zambeze. Até agora, a previsão de caudais tem sido limitado a um foco nacional ou binacional e tem sido feita principalmente com a finalidade de funções operacionais em barragens unilaterais. No entanto, as cheias significativas que ocorreram no Baixo Zambeze e os pântanos Chobe nos últimos anos, o déficit total de energia na região da SADC, a crescente consciencialização para as necessidades ambientais da Bacia e os potenciais ganhos a serem alcançados a partir da sincronização e operação conjunta de grandes barragens, apontam para a importância de uma previsão de dados de caudais confiável e atempadamente monitorada, para as partes interessadas. Os modelos existentes ou sistemas de previsão / alerta estão disponíveis para partes da bacia, mas não existe actualmente um modelo global ou um conjunto de modelos.

É importante distinguir as previsões a curto, médio prazo e sazonais. As previsões a curto prazo são importantes para a previsão de cheias e este prazo previsto concentra-se principalmente nas áreas susceptíveis às cheias na Bacia. As localizações das previsões a médio prazo incluem as hidreléctricas existentes (grandes e pequenas), enquanto as localizações das previsões sazonais

incluem grandes hidrelétricas e estruturas associadas na Bacia, ou seja as Barragens Itezhi-Tezhi, Kafue Gorge, Kariba, Cahora Bassa e Kamuzu. A maioria dos locais de previsão requer uma combinação de caudais observados (ou níveis) e da precipitação observada. Para bacias que têm geralmente uma resposta rápida, tais como as do Gwayi, Sanyati e os rios Luangwa, a previsão de precipitação será também importante para cumprir os prazos exigidos. Do mesmo modo, abaixo de grandes albufeiras, como a de Kariba e de Cahora Bassa, as descargas observadas e previstas das albufeiras serão importantes para fornecer informações precisas às partes interessadas a jusante.

A cobertura actual das estações de caudal na maior parte da bacia do rio Zambeze está geralmente adequada a fins de previsão de caudal. A deficiência mais notável é na parte da Bacia do Rio Zambeze que fica dentro de Angola, onde apenas um medidor de caudal está a operar actualmente. Nesta base, 51 estações de caudal e nível de água foram identificadas no desenho da rede (Figura 3).

A maioria das estações de caudal existentes na bacia são manuais, com excepção da rede existente da SADC-HYCOS e parte da rede ZRA. Para a previsão de caudais, são geralmente necessárias observações em tempo real, porém, tendo em conta os tempos de viagem relativamente longos dos picos de cheias na bacia do rio Zambeze, a leitura manual com transmissão diária de dados por telefone ou rádio, seria viável nos casos onde as sub-leituras diárias não fossem necessárias. Devido ao aumento significativo, nos últimos anos, da cobertura GSM (celular) na bacia do rio Zambeze, é improvável que seja necessária, excepto em áreas muito isoladas da Bacia, a transmissão por satélite, que é usada actualmente por estações dentro das redes SADC HYCOS e ZRA. A sustentabilidade das estações automáticas de caudal na Bacia é actualmente um grande desafio. Os factores de sustentabilidade chave incluem o financiamento inadequado, vandalismo, roubo, a limitada disponibilidade de peças sobressalentes, perda de pessoal de manutenção e os riscos relacionados com o tempo, tais como os relâmpagos e as cheias.

A densidade de precipitação das estações existentes na Bacia está geralmente abaixo do que é necessário para previsões precisas de caudal. Em algumas áreas (principalmente no Zimbábue, Malawi e partes de Moçambique), a cobertura actual foi considerado adequada, mas a actualização das estações manuais existentes para estações automáticas será necessária. A localização detalhada de tais estações manuais existentes a necessitar de actualização, é apresentada no anexo 3 do relatório principal. A análise realizada em três áreas de estudo indica que seria uma alternativa viável e significativamente mais económica, as Estimativas de Precipitação por Satélite (SRE) em relação ao estabelecimento de medições feitas no solo e que o estabelecimento de sistemas automatizados para a SRE é recomendado. No entanto, como as medições a partir do solo são geralmente mais confiáveis do que a SRE, a modernização das actuais estações manuais para tempo real, ainda é recomendada como uma medida de longo prazo.

A criação de um sistema de previsão de caudal para a bacia do rio Zambeze vai exigir uma série de intervenções, incluindo o desenvolvimento de novos modelos para preencher as lacunas entre os modelos existentes, e mais importante, a criação de um Centro de Previsão de Caudal Central. O proposto Centro de Previsão de Caudal será uma filial do Secretariado ZAMCOM, criado para cumprir o mandato e obrigações do Secretariado ZAMCOM conforme o disposto nos artigos 6º e 15º do Acordo ZAMCOM. A decisão sobre a escolha do local do Centro de Previsão de Caudal será feita pelos estados ribeirinhos do Zambeze e deverá incluir uma análise das principais questões técnicas, como a ligação à Internet, custos de capital operacionais, a



fiabilidade do abastecimento de energia, a capacidade humana, a ligação por transporte terrestre e aéreo e as potenciais ligações com universidades e instituições técnicas.

Com base numa estimativa de custo aproximado, utilizando preços de 2010 e as informações disponíveis, estima-se que o custo de investimento para o Centro de Previsão de Caudal seria cerca de USD\$ 275 000, enquanto que os custos de exploração anuais estariam entre os USD\$ 800 000 e os USD\$ 1,2 milhões. O maior custo será o custo anual de funcionamento e a maior componente do custo seriam os salários para o pessoal técnico necessário (60%). Os custos iriam variar dependendo da localização do Centro de Previsão de Caudal e o número de pessoal incluído. As possibilidades de obtenção de financiamento para um Centro de Previsão de Caudal incluem agências doadoras, bancos e organizações envolvidas na criação de sistemas de previsão de caudais. No entanto, dada a volatilidade do financiamento dos doadores, os custos operacionais do proposto Centro de Previsão de Caudal deviam ser cumpridos pelos estados ribeirinhos do Zambeze.

Em termos de investimentos em infra-estruturas a ser considerado, as barragens hidrelétricas planeadas, como a Batoka, a Baixa Mphanda Nkuwa e a Kafue, poderiam contribuir com até 4 000 MW para a redução do défice de energia na região da SADC. Em comparação com os esquemas de electricidade normais da albufeira, o tamanho da albufeira de esquemas *run-of-river* (*a fio de água*) é relativamente pequeno em comparação com a capacidade de geração de energia, o que é positivo para o seu impacto sobre os assentamentos humanos, gases de efeito estufa (grandes albufeiras, podem aumentar as emissões de gases de efeito de estufa) e as perdas por evaporação. São recomendados modelos e regras de operação para suficientemente se considerar a minimização dos impactos negativos pelo ambiente.

Os afluentes com elevados caudais têm em geral, locais tecnicamente adequados para grandes barragens que podem ter impacto na gestão das cheias, mas a questão é até que ponto tais barragens podem contribuir para outros fins que não a gestão de cheias, uma vez que a gestão de cheias por si só não é suficiente para atrair financiamentos. Por exemplo, os locais tecnicamente apropriados para grandes barragens de redução de cheias no rio Luangwa estão em Parques Nacionais e será, portanto, difícil de as executar. Além disso, os impactos da protecção contra as cheias em pequenas e médias barragens são limitados, mas a contribuição para os meios de subsistência pode criar localizações alternativas para o reassentamento de pessoas que vivem actualmente em áreas susceptíveis a cheias. As medidas estruturais de larga escala para a protecção contra as cheias, tais como diques, requerem a entrada de altos capitais e altos requisitos de manutenção e operação. É actualmente dada prioridade, pela maioria dos estados ribeirinhos do Zambeze, a outros investimentos, tais como a saúde, a educação e a irrigação para o alívio da pobreza. Combinando as vantagens da melhoria dos edifícios públicos, como as escolas com a necessidade de áreas de refúgio em termos de gestão das cheias, é uma situação promissora que beneficia as duas partes.

Os investimentos adicionais em hidrelétricas já existentes podem contribuir para a regulação do caudal. Turbinas extras sobre as barragens existentes irão aumentar a capacidade de geração de energia hidrelétrica, se os níveis de água da albufeira tiverem de ser reduzidos antes das cheias previstas, na medida que mais água é capaz de passar pelas turbinas, em vez de pelos descarregadores. Tais projectos estão planeados nas barragens de Kariba, Itezhi-Tezhi e Cahora Bassa. Um descarregador extra está a ser considerado como parte da extensão da Central de Energia do Norte de Cahora Bassa.

O sistema Lago Malawi / Nyasa / Niassa - Rio Shire é regulado pela Barragem Kamuzu localizada na saída do Lago. A regra operacional existente é para os requisitos de produção de

energia. Para fins de controlo de cheias, o investimento na modernização da barragem Kamuzu vai contribuir para facilitar a operação durante as cheias, mas não vai beneficiar a capacidade de gestão extra das cheias. A realização da interligação de energia entre o Malawi e Moçambique iria adicionar mais opções para a gestão do caudal uma vez que a total dependência do Malawi na geração hidrelétrica do rio Shire diminuiria.

Além da nova proposta de interligações entre o Malawi e Moçambique e entre a Zâmbia e a Tanzânia, outras melhorias previstas para a rede da SAPP, tais como o reforço da República Democrática do Congo, Zâmbia e Moçambique para as interligações com o Zimbabwe, irá também melhorar as possibilidades de produção de energia em coordenação com a regulação de cheias. Tais melhorias, irão indirectamente, contribuir para a melhoria da gestão das cheias e a introdução de caudais ambientais na bacia do rio Zambeze, uma vez que haverá agora a flexibilidade na operação das estações de energia em conjunto com as barragens hidrelétricas, pois será mais fácil importar ou exportar energia dentro da Região da SADC, como ditarem as demandas e a disponibilidade de água. No entanto, é necessário notar que a importação de energia de outros fornecedores é actualmente muito mais cara do que cada um produzir electricidade. Por conseguinte, haverá uma hesitação em descarregar a água das barragens hidrelétricas se houver incertezas de que haverá suficiente entrada de água para depois encher a albufeira. A combinação dos investimentos num Centro de Previsão de Caudal com um Centro de Despacho, para a produção de energia coordenada da água e gestão da água, iria, portanto, aumentar os benefícios adicionais. O consultor identificou uma série de problemas, lacunas e constrangimentos que podem afectar a aceitação e a implementação bem sucedida da operação sincronizada das barragens no rio Zambeze. A Tabela 1 apresenta um resumo das principais questões identificadas, lacunas e constrangimentos.

*Tabela 1 Resumo das Questões, Lacunas e Constrangimentos que afectam a Sincronização de Barragens na Bacia do Rio Zambeze*

<b>QUESTÕES</b>	<b>LACUNAS E CONSTRANGIMENTOS</b>
<i>As políticas e leis do sector de águas dos estados ribeirinhos do Zambeze não estão harmonizados uns com os outros e/ou com os Protocolos Regionais do sector de águas, Políticas e Estratégias da SADC e/ou com o Acordo ZAMCOM.</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Adequação local do Protocolo da SADC sobre Cursos de Água Partilhados, Política e Estratégia do sector de águas incluindo o Acordo sobre o Curso de Água do Zambeze, nos Estados-Membros.</li> <li>2. Harmonização da Legislação, Políticas e Estratégias dos sectores de águas dos estados ribeirinhos do Zambeze.</li> </ol>
<i>Estabelecimento de uma instituição permanente da Bacia do Zambeze</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>3. Assinatura e ratificação do Acordo ZAMCOM de 2004.</li> </ol>
<i>Costrangimentos relacionados com a Capacidade Institucional</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>4. Capacidade institucional fraca a nível de gestão nacional de água para desempenhar actividades a nível de gestão da bacia.</li> <li>5. Base de conhecimento de recursos hídricos inadequada para o desenvolvimento e gestão da bacia.</li> <li>6. Participação efectiva inadequada das partes interessadas no planeamento, desenvolvimento e gestão dos recursos hídricos</li> <li>7. Limitação na comunicação entre algumas instituições de gestão das bacias</li> <li>8. Recursos financeiros inadequados para atrair e reter pessoal qualificado e para facilitar as operações</li> <li>9. Colocar um memorando de entendimento eficaz para Operadores de Barragens para a partilha de dados/informação, operação e gestão de infra estruturas de água de forma sincronizada na bacia do rio Zambeze.</li> </ol>
<i>Falta de Confiança e Convicção</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>10. Inculpir confiança entre algumas partes interessadas na Bacia do Rio Zambeze</li> <li>11. Criação de confiança num Sistema de Previsão de Precipitação e Caudais</li> </ol>
<i>Falta de investimentos em infrastructure.</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>12. Procurar e assegurar recursos financeiros para investir em infra estruturas de água</li> <li>13. Identificar fontes de recursos sustentáveis a longo prazo.</li> <li>14. Falta de capacidade pelos estados ribeirinhos de preparar projectos a submeter aos bancos</li> </ol>

## RECOMENDAÇÕES

Para chegar a recomendações gerais para alcançar a Gestão melhorada da Bacia do Rio Zambeze, as seguintes assumpções foram feitas, uma vez que as questões que serviram de base para estas assumpções são de fundamental importância, caso as recomendações sejam para ser consideradas de uma forma positiva e eventualmente, implementadas:

- 1) Um Secretariado efectivo ZAMCOM (Provisório / Permanente) é estabelecido e está operacional;
- 2) As Políticas Sectoriais Nacionais da Água e a Legislação dos estados ribeirinhos do Zambeze foram harmonizadas com os Protocolos da SADC, com o Acordo sobre os Cursos de Água do Zambeze e com as Políticas e Estratégias da Água Regionais da SADC; e
- 3) Os Operadores das Barragens assinaram um memorando de entendimento eficaz e operacional para a troca de dados/informações, operação conjunta da barragem e gestão e operação sincronizada das barragens.

Note-se que o acordo com os pressupostos acima lidam com questões que vão ter muitos recursos, energia e tempo para sua realização. Portanto, todas as partes interessadas devem dar prioridade à realização destes pressupostos.

São dadas abaixo, as recomendações consolidadas que levarão, se implementadas, para o alcance do objectivo global do Projecto de salvar vidas, melhorando os meios de subsistência e proporcionando caudais ambientais, dando espaço para promover o desenvolvimento sustentável.

Breves explicações sobre cada recomendação consolidada são apresentadas no Relatório Principal. A Tabela 2 mostra os detalhes de referência e agrupa as Recomendações consolidadas do Projecto em três listas de Prioridades, com a Lista Prioritária 1 a ser considerada como a de maior prioridade e recomendar-se que se inclua na lista prioritária do Secretariado provisório/permanente ZAMCOM, para a procura de fundos e implementação imediata. Estas Recomendações consolidadas resumem e agregam as recomendações mais específicas feitas e relatadas nos quatro anexos de 1 a 4 do relatório principal, conforme resumido na Tabela 3 a seguir, com referências adequadas para facilitar o acesso nos anexos relevantes do Relatório Principal. Estas recomendações consolidadas são:

### Recomendações consolidadas do Projecto

- 1) Operacionalizar, actualizar, manter e melhorar a ZAMWIS;
- 2) Apoiar o reforço das capacidades para facilitar uma melhor compreensão da sincronização das barragens e novos modos de operação de barragens;
- 3) Promover a criação de um Fórum de Operadores do Sistema da Bacia do Rio Zambeze;
- 4) Reabilitar e ampliar a SADC-HYCOS;
- 5) Criar e financiar um Centro de Previsão de Precipitação efectivo em toda a Bacia;
- 6) Estabelecer um sistema de previsão de caudais na Bacia baseado numa rede de aquisição de dados em tempo real;
- 7) Implementar um projecto piloto envolvendo as Barragens de Kariba, Itezhi-Tezhi e Kafue com actividades essenciais, tais como a sincronização de barragens, operação conjunta de barragens, introdução de caudais electrónicos e gestão de cheias;
- 8) Realizar uma avaliação financeira das Recomendações do Projecto e das implicações da sua implementação;
- 9) Ampliar e melhorar as capacidades do Centro de Serviços de Previsão Climática da SADC;
- 10) Desenvolver novos modelos de previsão de caudais e integrar com os modelos existentes;

- 11) Desenvolver e implementar regras de operação multi-objectivo da barragem;
- 12) Estimar e implementar caudais ambientais no Zambeze;
- 13) Lançar e implementar o zoneamento do risco de cheias para a regulamentação de assentamentos, uso da terra, sistemas de alerta e de salvamento;
- 14) Melhorar a compreensão da hidrologia e funcionamento das zonas húmidas na Bacia do Rio Zambeze;
- 15) Investir em novas barragens, como a Mphanda Nkuwa e Batoka e noutras infra-estruturas da água para mitigar as cheias e as secas e fornecer água para melhorar a subsistência, e
- 16) Apoiar as novas interligações SAPP, como o Malawi - Moçambique e a Zâmbia - Tanzânia.

Tabela 2 Matriz de Recomendações Consolidadas com a priorização das Recomendações

NÚMERO	RECOMENDAÇÕES CONSOLIDADAS	FOLHA DE INTERVENÇÕES	LISTA DE PRIORIDADES
1	Operacionalizar, actualizar, manter e melhorar a ZAMWIS	Anexo 1 Folha # 1.1 e Anexo 3 Folha # 3.13	NÚMERO 1
2	Reforço da criação de capacidades para facilitar uma melhor compreensão da sincronização de barragens e novos modos de operação de barragens	Anexo 2 Folha # 2.2	
3	Promover a criação de um Fórum de Operadores do Sistema da Bacia do Rio Zambeze	Anexo 2 Folha # 2.1	
4	Reabilitar e estender a SADC-HYCOS	Anexo 3 Folha # 3.1	
5	Estabelecer e financiar um Centro de Previsão de Precipitação efectivo da Bacia	Anexo 3 Folhas # 3.14 & 3.15	
6	Estabelecer um sistema de previsão de caudal baseado numa rede de dados em tempo real	Anexo 3 Folha # 3.16	
7	Implementar um projeto piloto envolvendo as barragens de Kariba, Itzhi-Tezhi, Kafue e Cahora Bassa com actividades essenciais, tais como a sincronização de barragens, operação conjunta de barragens, introdução de caudais electrónicos e gestão de cheias.	Anexo 2 Folha # 2.11	
8	Realizar uma avaliação financeira das recomendações do Projecto e as implicações para a sua implementação	Anexo 4 Folha # 4.11	
9	Expandir e melhorar as capacidades de previsão do Centro de Serviços de Previsão Climática	Anexo 3 Folha # 3.10	NÚMERO 2
10	Desenvolver novos modelos de previsão de caudal e integração com os modelos existentes	Anexo 3 Folha # 3.8	
11	Desenvolver e implementar regras de operação multi-objectivo para a barragem	Anexo 2 Folha # 2.5	
12	Estimar e implementar Caudais Ambientais no Zambeze	Anexo 2 Folha # 2.6	
13	Introduzir e implementar um zoneamento de risco de cheias para regular os assentamentos, uso da terra e sistemas de alerta e salvamento	Anexo 4 Folha # 4.6	
14	Melhorar a compreensão da hidrologia e funcionamento das zonas húmidas na Bacia do Rio Zambeze	Anexo 2 Folha # 2.10	NÚMERO 3
15	Investir em novas barragens, como Mphanda Nkuwa e Batoka e outras infra-estruturas de água para mitigar as cheias e as secas e fornecer água para melhorar os meios de subsistência	Anexo 2 Folha # 2.3 & Anexo 4 Folhas # 4.6, 4.7 e 4.8	
16	Apoiar novas interligações SAPP (Malawi-Moçambique e Zâmbia - Tanzânia)	Anexo 4 Folha # 4.9	

A Figura 4 resume as Recomendações específicas do Projecto extraídas dos Anexos 1 a 4 do Relatório, ligando estes com os objectivos do projecto, resultados e benefícios, enquanto a Figura 5 agrupa as Recomendações consolidadas do Projecto em linha com a abordagem das questões do Projecto: "Como podem as *barragens e as medidas de gestão água* em toda a

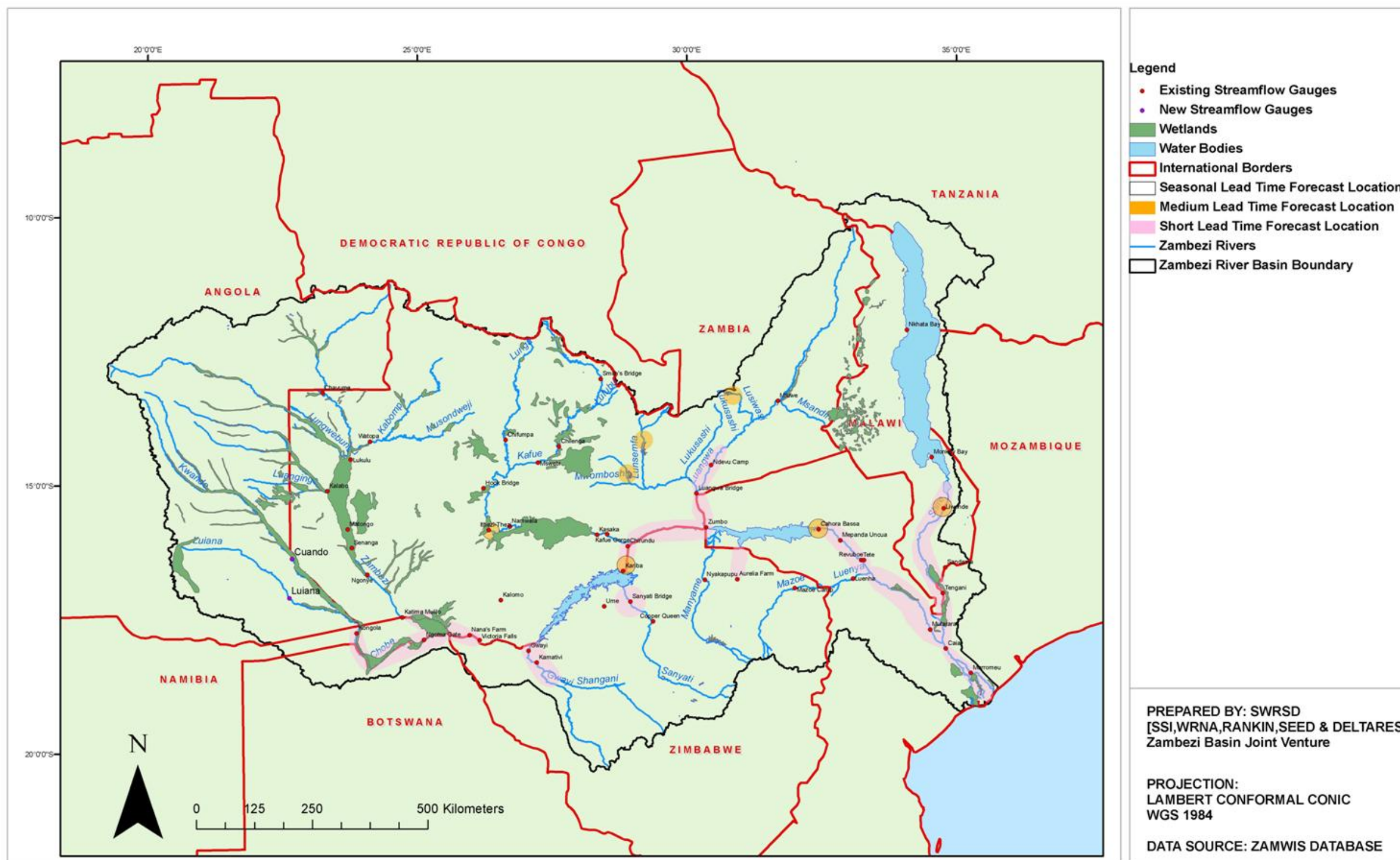
Bacia do Rio Zambeze *contribuir para a salvaguarda da vida, a subsistência e a natureza*, dando espaço para promover o desenvolvimento sustentável tendo em conta os custos?".


## IMPACTOS

Algumas das intervenções do projecto são os estudos e avaliações, incluindo os projectos-piloto. Portanto, seria prematuro nesta fase, dar uma análise abrangente "se / então" de todas as recomendações do Projecto. A Recomendação consolidada número 8 propõe fazer uma avaliação financeira de todas as recomendações do Projecto, a fim de ter um entendimento em termos financeiros, sobre os custos, riscos e benefícios das Recomendações propostas. Esta avaliação financeira das Recomendações do Projecto vai facilitar a identificação e o melhor entendimento dos impactos previstos, se as recomendações forem implementadas. Assim, é importante e fundamental que esta avaliação financeira seja realizada em breve. No entanto, nesta fase, e em conformidade com as conclusões do Projecto, espera-se que os seguintes impactos positivos possam ser alcançados, se as Recomendações consolidadas do Projecto forem implementadas:

- Através da criação dos recomendados fóruns participativos das partes interessadas, as instituições de gestão e programas de capacitação, a boa governança, comunicação e reforço das operações de barragens na bacia do rio Zambeze serão realizados;
- Descargas melhores e regulares das principais albufeiras na Bacia do Rio Zambeze para a melhoria da subsistência e dos caudais ambientais, serão alcançadas;
- A previsão de caudais da Bacia e a troca de informação entre as partes interessadas serão atingidas, resultando numa melhor gestão dos recursos hídricos e das cheias na bacia do rio Zambeze, para o benefício da produção de energia, segurança de barragens, gestão de desastres, o ambiente e a subsistência.

Embora as populações urbanas e rurais da Bacia do Rio Zambeze sejam afectadas diferentemente pelos impactos das cheias e secas, as recomendações do Projecto, se implementadas, irão beneficiar as populações urbanas e rurais. A população urbana tem as suas próprias demandas sobre os recursos naturais da Bacia do Rio Zambeze, que são bastante diferentes daquelas da população rural. A população rural, por si só, também é diversificada, com modos de vida diferentes. Os benefícios que o ambiente vai obter se as Recomendações do Projecto forem executadas e os benefícios resultantes para a subsistência das populações na Bacia, é outro aspecto também. As recomendações gerais do Projecto têm amplos benefícios e impactos, se implementadas, indo além da bacia do rio Zambeze e, portanto, afectando mais do que a população estimada da bacia, uma vez que a geração de energia hidroeléctrica proveniente da sincronização da barragem irá apoiar a SAPP, para o benefício de todos os cidadãos da SADC. É uma tarefa complexa a de atribuir Recomendações e benefícios / impactos associados ao tamanho e localização das população da sub-bacia e requer um estudo mais aprofundado. No entanto, se as Recomendações do Projecto forem implementadas, os benefícios e os impactos resultantes não irão só afectar os cidadãos da bacia do rio Zambeze, mas irão também contribuir para a agenda global de integração regional da SADC, desenvolvimento económico, e para a redução da pobreza.


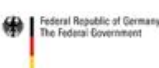




**TRANSBOUNDARY WATER MANAGEMENT IN SADC: DAM SYNCHRONISATION AND FLOOD RELEASES IN THE ZAMBEZI RIVER BASIN PROJECT**

**ZAMBEZI RIVER BASIN: IDENTIFIED FORECAST LOCATIONS AND PROPOSED STREAMFLOW GAUGES FOR FLOW FORECASTING**

On behalf of:

In Delegated Cooperation with:






Figura 3: Mapa das localizações das previsões identificadas ao longo da Bacia do Rio Zambeze com os requisitos e estações de caudal propostas

*Tabela 3 Recomendações Específicas do Projecto levando a Recomendações para a melhoria da Gestão ampla da Bacia*

RELATÓRIO/SECTOR	RECOMENDAÇÕES ESPECÍFICAS	INTERVENÇÕES NÚMERO DA FOLHA
<i>ANEXO 1: Dados e Informação</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Operacionalizar e actualizar o ZAMWIS para uma base de dados hidrológica operacional</li> <li>2) Analisar e verificar os dados existentes no ZAMWIS</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Anexo 1 Folha # 1.1 &amp; Anexo 3 Folha # 3.13</li> <li>2) Anexo 1 Folha # 1.2 &amp; Anexo 2 Folha # 2.7</li> </ol>
<i>ANEXO 2: Gestão da Barragem</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Promover a criação de um Fórum de Operadores do Sistema da Bacia do Rio Zambeze e apoiar a participação das partes interessadas nos fóruns</li> <li>2) Apoiar a criação de capacidades para facilitar o melhor entendimento da sincronização de barragens e novos modos de operação de barragens</li> <li>3) Estabelecimento e implementação de um plano de gestão de risco de cheias e secas</li> <li>4) Facilitar a adopção de novos modos de operação de barragens</li> <li>5) Desenvolver regras de operação para novas barragens</li> <li>6) Estimar e implementar os caudais ambientais no Zambeze</li> <li>7) Melhorar a qualidade de dados de caudais observados para a aplicação na gestão de barragens</li> <li>8) Simular séries de caudal para o Sistema do rio Zambeze</li> <li>9) Desenvolver cenários de mudanças climáticas para a Bacia do Rio Zambeze</li> <li>10) Melhorar o entendimento da hidrologia e funcionamento das zonas húmidas na Bacia do Rio Zambeze</li> <li>11) Implementar um projecto piloto envolvendo as Barragens de Kariba, Itzhi-Tezhi, Kafue e Cahora Bassa com actividades essenciais, tais como a sincronização de barragens, operação conjunta de barragens, introdução de caudais electrónicos e gestão de cheias</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Anexo 2 Folha # 2.1</li> <li>2) Anexo 2 Folha # 2.2</li> <li>3) Anexo 2 Folha # 2.3</li> <li>4) Anexo 2 Folha # 2.4</li> <li>5) Anexo 2 Folha # 2.5</li> <li>6) Anexo 2 Folha # 2.6</li> <li>7) Anexo 2 Folha # 2.7</li> <li>8) Anexo 2 Folha # 2.8</li> <li>9) Anexo 2 Folha # 2.9</li> <li>10) Anexo 2 Folha # 2.10</li> <li>11) Anexo 2 Folha # 2.11</li> </ol>
<i>ANEXO 3: Previsão da Precipitação e do Caudal</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Reabilitar a rede SADC-HYCOS</li> <li>2) Estender a rede de estações em tempo real</li> <li>3) Estabelecer as Curvas para as estações chave</li> <li>4) Melhorar os procedimentos para a recolha de dados de precipitação</li> <li>5) Actualizar a rede de estações de precipitação para terem capacidade para tempo real</li> <li>6) Implementar a abordagem para o uso da estimativa da precipitação por satélite (SRE)</li> <li>7) Integrar os modelos existentes de previsão de caudais num sistema de previsão de caudais mais alargado na bacia</li> <li>8) Desenvolver novos modelos de previsão de caudais e sua integração com os modelos existentes</li> <li>9) Investigar as novas capacidades de previsão em colaboração com instituições de investigação e universidades.</li> <li>10) Expandir a capacidade de previsão da precipitação do Centro de Previsão de Serviços Climáticos da SADC</li> <li>11) Revêr as localizações das previsões e requisitos para as partes interessadas</li> <li>12) Estabelecer um Acordo de partilha de dados entre o Operador da Barragem e outras partes interessadas</li> <li>13) Estabelecer um Centro na Bacia com funções de treino e investigação</li> <li>14) Estabelecer sistema de previsão usando uma plataforma operacional flexível</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Anexo 3 Folha # 3.1</li> <li>2) Anexo 3 Folha # 3.2</li> <li>3) Anexo 3 Folha # 3.3</li> <li>4) Anexo 3 Folha # 3.4</li> <li>5) Anexo 3 Folha # 3.5</li> <li>6) Anexo 3 Folha # 3.6</li> <li>7) Anexo 3 Folha # 3.7</li> <li>8) Anexo 3 Folha # 3.8</li> <li>9) Anexo 3 Folha # 3.9</li> <li>10) Anexo 3 Folha # 3.10</li> <li>11) Anexo 3 Folha # 3.11</li> <li>12) Anexo 3 Folha # 3.12</li> <li>13) Anexo 3 Folhas # 3.14 &amp; 3.15</li> <li>14) Anexo 3 Folha # 3.16</li> </ol>
<i>ANEXO 4: Investimentos</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Avaliar os investimentos na regulação do rio Shire e do Lago Malawi</li> <li>2) Avaliar os investimentos em barragens com multi-propósitos no curso principal do Zambeze mainstream e no Rio Kafue</li> <li>3) Facilitar a localização das novas barragens / albufeiras sobre os afluentes do rio Zambeze não regulamentados</li> <li>4) Apoiar a construção de um descarregador extra em Cahora Bassa</li> <li>5) Fornecer descargas de fundo adequadas em novas barragens</li> <li>6) Apoiar a coordenação das iniciativas de zoneamento do risco de cheias</li> <li>7) Apoiar as medidas locais com multi-propósitos que aumentam a protecção contra as cheias</li> <li>8) Considerar medidas estruturais locais de protecção de cheias ou o desvio de cheias</li> <li>9) Apoiar novas interligações SAPP</li> <li>10) Apoiar o Centro de Previsão e o Centro de Despacho SAPP</li> <li>11) Realizar uma avaliação financeira das recomendações do Projecto e as implicações para a sua implementação</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Anexo 4 Folha # 4.1</li> <li>2) Anexo 4 Folha # 4.2</li> <li>3) Anexo 4 Folha # 4.3</li> <li>4) Anexo 4 Folha # 4.4</li> <li>5) Anexo 4 Folha # 4.5</li> <li>6) Anexo 4 Folha # 4.6</li> <li>7) Anexo 4 Folha # 4.7</li> <li>8) Anexo 4 Folha # 4.8</li> <li>9) Anexo 4 Folha # 4.9</li> <li>10) Anexo 4 Folha # 4.10</li> <li>11) Anexo 4 Folha # 4.11</li> </ol>



# Projecto de Sincronização de Barragens e Descargas de Cheias na Basia do Rio Zambeze



## Situação atual

No fim de 2010 :

- Quase todos os países do rio Zambeze conduziram o desenvolvimento dos recursos hídricos e gestão da sua parte do rio, mais ou menos independente.
- Não existe actualmente qualquer operação conjunta das grandes barragens na bacia do rio Zambeze para otimizar os seus usos múltiplos e o potencial total do sistema.
- A operação das barragens importante na bacia do rio Zambeze não é sincronizada.
- Os descarregadores e comportas são operados principalmente por razões de segurança de barragens para descarregar o excesso de água ou cheias, e não necessariamente para o ambiente ou para fins de natureza. Como tal, as regras de exploração das barragens geralmente não incorporam as necessidades ambientais e sociais do ambiente a montante e a jusante. A barragem de Itzhi-Tezhi na Zâmbia é a única excepção.
- Todos os estados ribeirinhos da bacia hidrográfica do Zambeze são parte do Protocolo Revisto em 2000 da SADC sobre Cursos de Água Partilhados, bem como da Estratégia e Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Zambeze de 2008.
- O Comitê Técnico de Operações Conjuntas (JOTC), constituído por Operadores Barragens de Moçambique ARA Zambeze, Empresa de Energia do Zimbabue (ZPC), Empresa de Fornecimento de Electricidade da Zâmbia (ZESCO), Zambezi River Authority (ZRA) e Hidroeléctrica de Cahora Bassa (HCB) e Autoridade Nacional da Água do Zimbabue (ZINWA) frequentemente se reúnem para discutir as operações da represa.
- Os Operadores de Barragens, Produtores de Energia e outras instituições de gestão da água na bacia do rio Zambeze estão a trocar dados e informações, especialmente durante a estação chuvosa e as situações de cheias, embora de forma informal.
- A base de dados do Sistema de Informação da Água do Zambeze (ZAMWIS) foi desenvolvido e operado sob o interino / permanente Secretariado ZAMCOM.



## Este Projecto

Este projeto investigou durante 2010-2011, a extensão em que o calendário de descargas de água para produção de electricidade, as demandas agrícolas, o caudal ambiental, segurança de barragens e protecção contra as cheias, das barragens existentes e propostas na bacia do rio Zambeze, pode resultar em mais benefícios colectivos. Para gerir eficazmente os caudais de entrada no rio, armazenagem e descargas para esses fins, o sistema do rio Zambeze requer a previsão dos caudais em locais chave. Previsões a curto prazo para as cheias e as previsões sazonais para os caudais ambientais podem ser incorporadas na decisão da operação da albufeira. Além disso, os investimentos que poderiam influenciar a protecção contra as cheias e regulação do caudal foram avaliados.

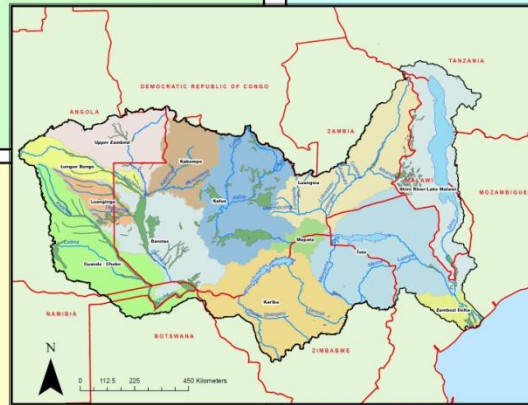
As recomendações feitas no Projecto são dirigidas e são para a atenção dos curadores da bacia - os estados ribeirinhos do Zambeze.

## Recomendações para a Gestão da Barragem

- Estabelecer Fórum dos Operadores da Bacia do Rio Zambeze
- Desenvolver e implementar regras de operação multi-objectivas da barragem
- Definir e implementar um plano de gestão de risco de cheias e secas
- Facilitar a adopção de novos modos de operação da barragem
- Melhorar a valorização da hidrologia e do funcionamento das zonas húmidas na Bacia do Rio Zambeze
- Desenvolver cenários de adaptação às alterações climáticas para a Bacia do Rio Zambeze
- Estimar e implementar a obrigação da regulação dos Caudais Ambientais no Zambeze
- Melhorar a qualidade dos caudais observados e simular séries temporais de caudais
- Implementar um projeto piloto envolvendo as barragens de Kariba, Itzhi-tezhi e Cahora Bassa com actividades essenciais, tais como sincronização de barragens, operação conjunta de barragens, introdução de caudais electrónicos e gestão de cheias

## Recomendações para a Previsão da Precipitação e do Caudal

- Reabilitação da rede SADC-HYCOS
- Ampliar a rede de estações hidrométricas em tempo real
- Estabelecer Curvas para estações chave
- Aprimorar os procedimentos de recolha de dados de precipitação
- Actualizar a rede pluviométrica para ter capacidade em tempo real
- Implementar a abordagem para a utilização de estimativas de precipitação por satélite
- Integrar os modelos de previsão de caudal existentes num sistema alargado da bacia
- Desenvolver modelos de previsão de caudal adicionais e integração com os modelos existentes
- Explorar e ampliar as capacidades de previsão de precipitação do Centro de Serviços Climáticos
- Estabelecer um Centro de Previsão de Caudal em toda Bacia
- Estabelecer sistema de previsão de caudal utilizando uma plataforma operacional flexível



## Recomendações para a Gestão da Informação

- Apoiar a operacionalização e modernização do ZAMWIS
- Analisar e verificar os dados existentes

## Recomendações para Investimentos

- Investimento na regulação do rio Shire e do Lago Niassa / Malawi / Nyasa
- Investimentos em barragens de usos múltiplos no curso principal do rio Zambeze e no afluente Kafue
- Investimentos em novas barragens nos outros afluentes do Zambeze
- Descarregador complementar de Cahora Bassa
- Descargas de fundo nas albufeiras para a gestão de sedimentos
- Estabelecer o zoneamento de risco de cheias para a regulação de assentamentos, uso da terra, sistemas de alerta e de salvamento
- Medidas de protecção estrutural de cheias / desvio de inundações
- Apoiar as novas interligações SAPP
- Realizar uma avaliação financeira das recomendações do Projecto e as implicações para a sua implementação

## Segurança de Barragens

- Gerir as descargas para manter os níveis da barragem dentro de um intervalo de operação segura
- Proporcionar um volume de armazenagem adequado para armazenar e passar com segurança a cheia máxima para a que a barragem foi projectada

## Produção de Energia

- Assegurar água adequada para a geração de electricidade
- Coordenar o armazenagem e a gestão das descargas para as hidroeléctricas se apoiarem mutuamente
- Utilizar os grandes caudais de entrada no rio para a geração de energia extra
- Utilizar a interconectividade SAPP para otimizar a produção de energia (hidro e outras fontes) e melhorar a resiliência às secas
- Operacionalizar efectivamente o protocolo hidroeléctrico sustentável

## Gestão de Desastres

- Estabelecer um protocolo de comunicação entre os órgãos de previsão e as unidades de gestão de desastres
- Aumentar o tempo de alerta para desastres de cheias esperadas
- Oportuna mobilização de mecanismos de gestão de desastres, incluindo avisos para as comunidades afectadas
- Diminuição da perda de vida e redução dos impactos sócio-económicos

## Alívio da Pobreza, Desenvolvimento Económico e Integração Regional

## Colaboração efectiva

## Caudais Ambientais

- Fornecer um caudal de rio com características idênticas às do caudal natural
- Indicar a quantidade e qualidade da água necessária para manter os ecossistemas e permitir-lhes garantir serviços sustentáveis

## Subsistência

- Irrigação para plantações: Fornecer água adequada para a produção agrícola
- Agricultura de planície na época seca: Acomodar as necessidades para a colheita na gestão das descargas de água da barragem para os requisitos de cultivo durante a estação seca



Figura 4: Recomendações Específicas do Projecto e Objectivos/Resultados/Benefícios



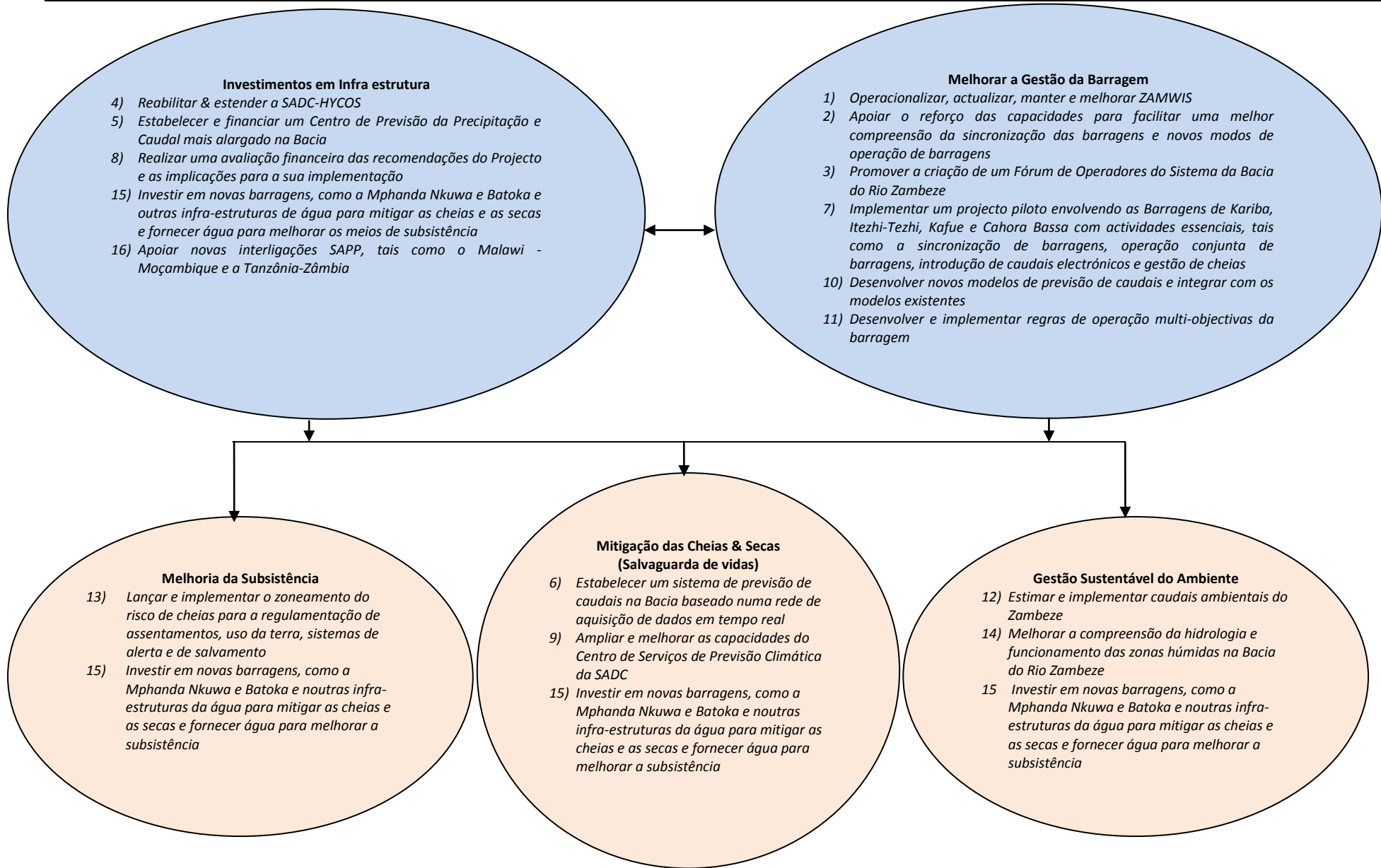


Figura 5: Agrupamento das Recomendações consolidadas do Projecto para a melhoria ampla da gestão da Bacia