



Deltares

CONCEPT
INTERNATIONAL

TEREA
PRÉSERVER OPTIMISER VALORISER

Etat des lieux des services hydrologiques et météorologiques de l'Angola



Renforcer les capacités de résilience face aux catastrophes en Afrique subsaharienne



Une initiative du Groupe des Etats d'Afrique, des Caraïbes et du Pacifique financée par l'Union Européenne

Mis en oeuvre par:



Etat des lieux des services hydrologiques et météorologiques de l'Angola

Etat des lieux des services hydrologiques et météorologiques de l'Angola

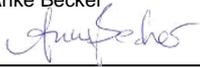
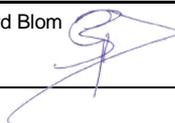
Client	The World Bank
Contact	Mr. Prashant Singh
Reference	--
Keywords	--

Document control

Version	1.0
Date	08-10-2020
Project nr.	11204561-002
Document ID	11204561-002-ZWS-0013
Pages	111
Status	final

Author(s)

	Yadh Labbene Imed Nouri Youssef Mahjoub Anke Becker	

Doc. version	Author	Reviewer	Approver	Publish
1.0	Anke Becker 	Marc van Dijk 	Gerard Blom 	

Summary

Improving meteorological, hydrological and climate services is essential for building climate resilience and resilience to natural disasters. These services are needed to create an environment that encourages private and public sectors to invest, in order to achieve a sustainable development and to reduce poverty. Natural disasters disproportionately affect the poorest countries of the world.

Within the framework of the program for strengthening resilience to natural disasters in sub-Saharan African regions, countries and communities launched in 2015 by the Organisation of African, Caribbean and Pacific States (ACP) and the European Union (EU), funded under the 10th European Development Fund (EDF), five result areas were selected for implementation, together making up a complete cycle of disaster risk management measures and capacity building. Implemented by the World Bank's Global Facility for Disaster Reduction and Recovery (GFDRR), the specific objective of Result Area 2 Program is to strengthen and accelerate the effective implementation of an African comprehensive Disaster Risk Reduction (DRR) and risk management framework at the regional level in the following African Regional Economic Communities: the Economic Community for Central African States (ECCAS), the Economic Community of West African States (ECOWAS), the Intergovernmental Authority on Development (IGAD), and the Southern African Development Community (SADC).

Within the framework of the ECCAS project a study has been launched with the support of the World Bank, for the evaluation of the hydrological and meteorological services of the member states of ECCAS. The objectives of this study are:

- to better understand the state of the meteorological, hydrological and climate services as well as early warning systems in Central Africa, and
- to draft a regional framework to support the modernization of the hydrological and meteorological services of the countries of the region to improve decision-making for the management of floods and droughts in Central Africa.

This report describes the results of a baseline study concerning the state of the hydrometeorological services of Angola. The objective is to:

- identify the hydrological and meteorological services of Angola,
- make an inventory of the data collection networks (meteorological / climatological, hydrological and piezometric monitoring networks) as well as the processes for data management and dissemination,
- analyze the institutional framework and the human resources of the hydrological and meteorological services, and
- identify and prioritize the major problems and depict perspectives for improvement.

Its geographical location between the Tropic of Capricorn and the equator gives Angola four main climatic zones, i.e. in the north a humid tropical climate, in the centre a temperate tropical climate, in the south a dry climate, and at the coastal fringe a relatively dry climate.

Hydrologically, the Angolan territory is divided into five large cross-border river basins which are Zaire / Congo, Cunene, Cuvelai, Cubango / Okavango, and Zambezi. Angola thus shares two of the most important rivers in Africa, the Congo and the Zambezi, but it currently has no hydrometric stations in their respective watersheds.

The first hydro-climatological data records date to the beginning of the 20th century. The Instituto Nacional de Meteorología e Geofísica (INAMET) is the national institution in charge of meteorology and geophysics in Angola, while the Instituto Nacional de Recursos Hídricos (INRH) is the body in charge of hydrology. Both institutes face issues in keeping up to an acceptable standard:

- The observation network is sparse and not conforming to the standards of the World Meteorological Organization (WMO);
- The network is decrepit and only partially (or, in case of hydrology, non-) automated;
- Maintenance is laborious and done more curatively than preventively;
- Maintenance of the equipment is irregular;
- There is a lack of processing and storage capacity of the collected meteorological data;
- There is a lack of staff in terms of numbers and level of training.

These issues form a major constraint for the production of quality climate services.

The national hydrometric network of Angola has been subject to a strong degradation compared to 1974, year of independence. It should also be noted that there is currently no functional piezometric monitoring network at the national level.

Meteorological weather forecasts (24-72 hours) are broadcast to the entire population through television and radio. They are also shared with the National Committee for Civil Protection and Firefighters (CNPC). At the institutional level, diffusion is done through email, which introduces limitations for diffusion at the local level for vulnerable communities. The hydrometeorological services do not yet possess an early warning system in the technical sense. However, INAMET gives warnings for extreme events based on their meteorological forecasts.

For weather forecasting, INAMET does not have its own model adapted to Angola's conditions. Instead, it makes use of the models of international centres such as the GFS and the ECMWF.

Angola has already benefited from several multilateral and / or bilateral funding in the field of climate change. Furthermore, as part of the implementation of the objectives of its Strategic Development Plan ("Plano de Desenvolvimento Estratégico" – PDE 2014-2020), a modernization project was defined that can help INAMET improve their service.

For its part, the INRH, which has very little equipment and human resources, in 2018 developed a Strategic Program for the Extension of the National Hydrometric Network. This ambitious program, which aims to triple the number of hydrometric stations, involves upgrading the institution on the organizational, human and financial levels.

Combined with the current study, the whole of these initiatives would empower INAMET and INRH to reach a higher level in meteorological observation and the development of hydro-meteorological and climatic services for stakeholders at the national level.

In order to benefit from and take full advantage of these perspectives, INAMET and INRH need to take the following actions:

- Develop a business plan that guarantees sufficient state financial resources allocated on a regular basis as well as additional contributions by strategic partners (e.g. remuneration for aeronautical services or services for petrol industry, etc.). Particular attention should be paid to the prospect of self-financing of hydrometeorological services and their economic viability.
- Search for funding for upgrading the observation network, increasing data collection, enhancing processing and storage capacities, and strengthen the maintenance component to keep these networks operational.

- Search for funding for developing the capacity for a reliable weather forecast as well as hydrometeorological/climatic services with acceptable quality.

INAMET is also the authority responsible for providing meteorological services dedicated to civil aviation, which is in fact the only service that has commercial value. It is recommended that INAMET gives attention to improving the quality of this product, particularly concerning the absence of a QMS and the qualification of aeronautical weather forecasters.

Résumé

L'amélioration des services météorologiques, hydrologiques et climatiques est essentiel pour renforcer la résilience climatique et celle aux catastrophes naturelles. Les services sont nécessaires pour créer un environnement favorable pour inciter les secteurs privés et publics à investir, pour un développement durable et réduire la pauvreté. Les catastrophes naturelles affectent de manière disproportionnée les pays les plus pauvres.

Dans le cadre du programme de Renforcement de la résilience aux catastrophes naturelles dans les régions, les pays et les communautés d'Afrique subsaharienne lancé en 2015 par le Groupe des États d'Afrique, des Caraïbes et du Pacifique (ACP) et l'Union européenne (UE), financé dans le cadre du 10^{ième} Fonds européen de développement (FED), cinq domaines de résultats ont été sélectionnés pour implémentation, constituant ensemble un cycle complet de mesures de gestion des risques de catastrophe et de renforcement des capacités. L'objectif spécifique du Résultat 2 mis en œuvre par la Facilité mondiale pour la Prévention des Catastrophes et le Relèvement (GFDRR) de la Banque mondiale est de renforcer et d'accélérer la mise en œuvre efficace d'un cadre africain complet de prévention des risques de catastrophes (PRC) et de gestion des risques de catastrophes (GRC) au niveau régional dans les communautés économiques régionales d'Afrique suivantes : la Communauté économique des États de l'Afrique centrale (la CEEAC), la Communauté économique des États de l'Afrique de l'Ouest (la CEDEAO), l'Autorité intergouvernementale pour le développement (l'IGAD, Intergovernmental Authority on Development), et la Communauté de développement de l'Afrique australe (la SADC, Southern African Development Community).

Dans le cadre du projet de la CEEAC, une étude a été lancée avec l'appui de la Banque Mondiale sur l'évaluation des Services Météorologiques et Hydrologiques Nationales (SMHN) des états membres de la CEEAC. Les objectifs de cette étude sont :

- de mieux comprendre l'état des services de la météorologie, de l'hydrologie, des climatologies et des systèmes d'alerte précoce en Afrique centrale et ;
- de rédiger un cadre régional pour appuyer la modernisation des services hydrologiques et météorologiques des pays de la région pour améliorer la prise de décisions pour la gestion des inondations et des sécheresses en Afrique centrale.

Ce rapport constitue l'état des lieux des services hydrométéorologiques pour l'Angola. L'objectif est de :

- identifier les services hydrologiques et météorologiques de l'Angola ;
- faire l'état des lieux des réseaux de collecte de données (réseaux de suivi météorologique/ climatologique, hydrologique et piézométrique) et des processus de collecte, gestion et diffusion des données ;
- analyser le cadre institutionnel et les ressources humaines des services hydrologiques et météorologiques ;
- identifier et hiérarchiser les problèmes majeurs des réseaux de collecte ainsi que des services météorologiques et hydrologiques et démontrer des perspectives pour l'amélioration.

Sa situation géographique entre le tropique du Capricorne et l'équateur confère à l'Angola quatre principales zones climatiques, notamment, un climat tropical humide au nord, un climat tropical tempéré au centre, un climat sec au sud et un climat relativement sec dans la frange côtière.

Au niveau hydrologique, le territoire angolais est partagé en cinq grands bassins fluviaux transfrontaliers que sont le Zaïre/Congo, le Zambèze, le Cunene, le Cuvelai, et le Cubango/Okavango. L'Angola partage ainsi deux des plus importants fleuves d'Afrique, le Congo et le Zambèze, mais il n'a actuellement aucune station hydrométrique dans leurs bassins hydrographiques respectifs.

Les premiers enregistrements de données hydro-climatologiques remontent au début du 20^{ème} siècle. L'Instituto Nacional de Meteorología e Geofísica (INAMET) est l'institution nationale en charge de la météorologie et de la géophysique en Angola, alors que l'Instituto Nacional de Recursos Hídricos (INRH) est l'organisme en charge de l'hydrologie. Les deux institutions sont confrontées à des problèmes qui les empêchent d'obtenir un standard acceptable :

- Le réseau d'observation est de faible densité et non conforme aux standards de l'Organisation Météorologique Mondiale (OMM) ;
- Le réseau est vétuste et peu automatisé ;
- La maintenance est laborieuse et se fait plutôt de manière curative que préventive ;
- Un étalonnage et un suivi irrégulier des équipements.
- Il y a un manque de capacité pour le traitement et stockage des données;
- Il y a un manque de ressources humaines en termes de quantité et de formation.

Ces lacunes sont en soi une contrainte majeure pour la production de services climatiques de qualité.

Comparativement à l'année 1974, l'année de l'indépendance, ces réseaux d'observation hydrométéorologique ont subi une forte dégradation. Il y a lieu de noter par ailleurs qu'il n'existe pas actuellement de réseau de suivi piézométrique fonctionnel au niveau national.

Les prévisions météorologiques (24 à 72 heures) sont diffusées à l'ensemble de la population à travers la télévision et la radio. Elles sont également partagées avec le Comité national de la protection civile et des pompiers (CNPC). Au niveau institutionnel, la diffusion se fait à travers l'e-mail qui est un mode limité pour une diffusion au niveau local pour des communautés vulnérables. Les SMHN de l'Angola ne disposent pas encore de *systèmes* d'alertes précoces dans le sens technique du terme. Cependant, l'INAMET lance des alertes notamment à travers des prévisions météorologiques pour les événements extrêmes.

Pour la prévision météorologique à courte et à moyenne échéance (24 à 72 heures), l'INAMET ne dispose pas de son propre modèle de prévision adapté aux conditions de l'Angola. Pour ce faire, il se base sur les modèles des centres internationaux comme le GFS et l'ECMWF. Au niveau technique, cela constitue un retard certain par rapport aux standards internationaux se traduisant par une prévision météorologique de qualité et de fiabilité limitées. Cependant, pour un service avec des ressources humaines et techniques limités ceci est une bonne première étape.

L'Angola a déjà bénéficié de plusieurs financements multilatéraux et/ou bilatéraux dans le domaine du changement climatique. En outre, dans le cadre de la mise en œuvre des objectifs de son Plan Stratégique de Développement (« Plano de Desenvolvimento Estrategico » - PDE 2014 - 2020), un Projet de modernisation a été défini qui permettra à l'INAMET d'améliorer ses services.

De son côté, l'INRH qui est très faiblement outillé en moyens matériels et humains, a élaboré fin 2018 d'un Programme Stratégique d'Extension du Réseau Hydrométrique National. Ce programme ambitieux qui vise à tripler le nombre de stations hydrométriques passe par une mise à niveau de l'institution sur les plans organisationnel, humain et financier.

Conjugué à la présente étude, l'ensemble de ces initiatives seraient de nature à renforcer l'INAMET et l'INRH afin d'accéder à un palier supérieur en matière d'observation hydrométéorologique et le développement de services hydrométéorologiques et climatiques pour les parties prenantes au niveau national.

En vue de bénéficier et de profiter pleinement de ces perspectives, l'INAMET et l'INRH doivent palier aux insuffisances structurelles suivantes :

- Elaborer un business plan pour chaque institution garantissant la contribution financière de l'Etat angolais ainsi que les contributions additionnelles à mobiliser auprès des partenaires stratégiques au niveau national (redevance aéronautique, redevance pour le bulletin TV, services pour les sociétés pétrolières et autres, etc.). Un intérêt particulier devrait être accordé à la perspective d'autofinancement des services hydrométéorologiques et à leur viabilité économique ;
- Financer la mise à niveau du réseau d'observation ainsi que des capacités de collecte, du traitement et de l'archivage des données hydrométéorologiques et du renforcement du volet maintenance pour maintenir opérationnel ces réseaux ;
- Financer le développement des capacités de prévision météorologique et d'élaboration de services hydrométéorologiques de qualité.

L'INAMET est aussi l'autorité en charge de la fourniture de service météorologique dédié à l'aviation civile qui est en fait le seul service qui a une valeur commerciale. Il est recommandé que l'INAMET accorde un intérêt particulier à l'amélioration de la qualité de ce produit notamment celle concernant l'absence d'un système de Management de Qualité et la qualification des prévisionnistes météorologiques aéronautiques.

Liste des abréviations

ACP	Groupe des États d'Afrique, des Caraïbes et du Pacifique
AFD	Agence Française de Développement
BAD	Banque africaine de développement
BIP-M	Basic Instruction Package for Meteorologists
BM	Banque Mondiale
CC	Changement climatique
CCNUCC	Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques
CEEAC	Communauté Économique des États de l'Afrique centrale
CER	les communautés économiques régionales africaines
CICOS	Commission Internationale du Bassin Congo-Oubangui-Sangha
CNPC	Comité National de la Protection Civile et des Pompiers
CPDB	Country Profile data base
CRGRE	Centre Régional de coordination des Ressources en Eau de l'Afrique Centrale
CTPC	Cunene Basin Joint Permanent Technical Commission
CUVECOM	Cuvelai Watercourse Commission
ECMWF	European Centre for Medium-Range Weather Forecasts
FED	Fonds européen de développement
GABHIC	Gabinete para Administração das Bacias Hidrográficas do Cunene, Cubango e Cuvelai
GFDRR	Facilité mondiale pour la Prévention des Catastrophes et le Relèvement
GFS	Global Forecast System
GRC	gestion des risques de catastrophes
ICAO	International Civil Aviation Organisation
INAMET	Instituto Nacional de Meteorología e Geofísica
INRH	L'Institut national des ressources en eau
JRC	Junior Research Centre
MINEA	Ministère de l'énergie et de l'eau
MTTI	Ministère des Télécommunications et Technologie de l'Information
NCEP	Centre européen de réanalyse
MFI	Météo France Internationale
MHEWS	Multi-Hazard Early Warning Systems (Systèmes d'alerte précoce multi-risques)
OGE	Organisme gouvernementale
OMM	Organisation météorologique mondiale
OSCAR	Observing Systems Capability Analysis and Review
PAC	Protocole d'alerte commun
PDE	Plan de développement stratégique
PRC	prévention des risques de catastrophes
PNACC	Plan National d'Adaptation au Changement Climatique
RCA	République Centrafricaine
RDC	République Démocratique du Congo
REPARC	Réseau des Parlementaires pour la Résilience aux Catastrophes en Afrique Centrale
RRC	réduction des risques de catastrophes
RTH	Hub régional de télécommunications
RWC	Regional WIGOS Centre
SADC	Southern African Development Community
SIH CICOS	Système d'Information Hydrologique du bassin du Congo
SMA	stations météorologiques automatiques
SMHN	services météorologiques et hydrologiques nationales
SMQ	Système de Management de la Qualité

STG	Système de Télécommunication Global
SWOT	Strengths, Weaknesses, Opportunities, and Threats (forces, faiblesses, opportunités et menaces)
UD/CRGRE	l'Unité de Démarrage du Centre Régional de coordination des Ressources en Eau de l'Afrique Centrale
UE	Union Européenne
UFAL	Université fédérale d'Alagoas
WIGOS	WMO Integrated Global Observing System
ZAMCOM	Zambezi Watercourse Commission
ZAMWIS	Zambezi Water Resources Information System

Table des matières

	Summary	4
	Résumé	7
	Liste des abréviations	10
1	Introduction	15
1.1	Contexte et justification	15
1.2	Le mandat	16
1.3	Objectifs et structure de la CEEAC	17
1.3.1	Objectifs	17
1.3.2	Structure	17
1.3.3	Le Système Régional d'Information sur l'Eau (SIE)	18
1.3.4	Le Centre d'Application et de Prévision Climatologique de l'Afrique Centrale (CAPC-AC)	19
1.4	Objectifs de l'étude	20
1.5	Méthodologie générale	20
1.6	Objectif et structure de ce rapport	20
2	Présentation physique de l'Angola	22
2.1	Localisation	22
2.2	Climat	23
2.2.1	Type de climat	23
2.2.2	Variation spatiale et temporaire	23
2.3	Végétation	24
2.3.1	Une flore diversifiée	24
2.3.2	Une faune variée	25
2.3.3	Une activité agricole diversifiée	25
2.4	Relief	26
2.5	Système géologique	27
2.5.1	Caractéristiques géologiques	27
2.5.2	Principales formations géologiques	27
2.5.3	Système hydrogéologique et principaux aquifères	28
2.6	Hydrologie – présentation des bassins versants	30
2.6.1	Bassin versant du Congo-Zaïre	32
2.6.2	Bassin versant de Cunene	33
2.6.3	Bassin versant de Cuvelai	33
2.6.4	Bassin versant de Cubango/Okavango	34
2.6.5	Bassin versant du Zambèze	34
3	Inventaire des stations météorologiques	36
3.1	Le réseau des stations	36
3.2	Réseau des stations synoptiques principales	36

3.3	Réseau des stations secondaires	38
3.3.1	Stations agro-météorologiques	38
3.3.2	Stations pluviométriques	38
3.3.3	Autres observations	39
3.4	Proposition de renforcement du réseau	39
3.5	Système de gestion des données	40
3.5.1	Collecte des données	40
3.5.2	Stockage et traitement des données	41
3.5.3	Diffusion	42
3.5.3.1	Prévisions météorologiques	42
3.5.3.2	Services climatologiques	44
3.5.3.3	Services météorologiques dédiés à l'aviation civile	45
4	Inventaire des stations hydrométriques	46
4.1	Réseau des stations	46
4.2	Système de gestion des données	49
4.2.1	Collecte et traitement des données	49
4.2.2	Stockage	49
4.2.3	Diffusion	49
5	Cadre de gestion des services hydrologiques et météorologiques	50
5.1	Météorologie	50
5.1.1	Cadre institutionnel	50
5.1.2	Cadre législatif	50
5.1.3	Ressources humaines	52
5.2	Hydrologie	53
5.2.1	Cadre institutionnel	53
5.2.2	Cadre législatif	54
5.2.3	Ressources humaines	54
5.3	Réduction des catastrophes naturelles	55
5.4	Activités des SHMN dans des programmes de développement	56
6	Aspects économiques et financiers des services hydrologiques et météorologiques	57
6.1	Financement du secteur météorologique	57
6.2	Financement du secteur hydrologique (et hydrogéologique)	57
6.3	Projet de Modernisation de l'INAMET	59
6.3.1	Contexte du projet	59
6.3.2	Bénéfices du projet	60
6.4	Programme stratégique d'extension du réseau hydrométrique national	60
7	Education, recherche, et promotion des métiers de la météorologie et de l'hydrologie	62
8	Inventaire des problèmes	63
8.1	Sur le plan législatif	63
8.2	Sur le plan institutionnel	63
8.3	Sur le plan technique	63

8.3.1	Des capacités d'observation en deçà des normes internationales	63
8.3.2	Faible niveau d'automatisation du réseau	64
8.3.3	Des capacités de collecte, de traitement de sauvegarde des données très limité	64
8.3.4	Des capacités de prévisions météorologiques et hydrologiques modestes :	64
8.3.5	Absence de Services météorologiques/climatiques développés	64
8.3.6	Absence de modes de diffusion des produits météorologiques appropriés	64
8.4	Sur le plan des ressources humaines	64
8.5	Sur le plan financier	65
8.6	Sur le plan de l'éducation	65
8.7	Synthèse des problèmes majeurs	65
9	Analyse SWOT	67
9.1	Forces	67
9.2	Faiblesses	67
9.3	Opportunités	68
9.4	Menaces	68
10	Conclusions et recommandations	70
10.1	Conclusions	70
10.2	Recommandations	70
11	Liste des personnes contactées	72
12	Bibliographie	73
A	Projet de Modernisation de l'INAMET	74
B	Questionnaire sur l'état des lieux des services météorologiques des Pays membres de la CEEAC - Angola	75
C	Questionnaire sur l'état des lieux des services hydrologiques des Pays membres de la CEEAC - Angola	96
D	Programme stratégique d'extension du réseau hydrométrique de l'Angola	110

1 Introduction

1.1 Contexte et justification

L'amélioration des services météorologiques, hydrologiques et climatiques est essentiel pour renforcer la résilience climatique et celle aux catastrophes naturelles. Les services sont nécessaires pour créer un environnement favorable pour inciter les secteurs privés et publics à investir, pour un développement durable et réduire la pauvreté. Les catastrophes naturelles affectent de manière disproportionnée les pays les plus pauvres.

Dans le cadre du programme de Renforcement de la résilience aux catastrophes naturelles dans les régions, les pays et les communautés d'Afrique subsaharienne lancé en 2015 par le Groupe des États d'Afrique, des Caraïbes et du Pacifique (ACP) et l'Union européenne (UE), financé dans le cadre du 10^{ième} Fonds européen de développement (FED) cinq domaines de résultats ont été sélectionnés, constituant ensemble un cycle complet de mesures de gestion des risques de catastrophe et de renforcement des capacités. L'objectif spécifique du Résultat 2 mis en œuvre par la Facilité mondiale pour la Prévention des Catastrophes et le Relèvement (GFDRR) de la Banque mondiale, est de renforcer et d'accélérer la mise en œuvre efficace d'un cadre africain complet de prévention des risques de catastrophes (PRC) et de gestion des risques de catastrophes (GRC) au niveau régional.

Le programme du résultat 2 vise à atteindre son objectif en mettant en œuvre des activités qui contribuent à :

- Renforcer la capacité de coordination des communautés économiques régionales africaines (CER), afin de faire progresser le programme régional de gestion des risques de catastrophe,
- Aider les CER à développer leurs capacités de conseil en matière de planification et de politique et leurs capacités de diffusion des connaissances, afin qu'elles puissent mieux aider leurs États Membres à prendre des décisions informées en matière de renforcement de la résilience face aux catastrophes, et à mieux soutenir les programmes régionaux et sous-régionaux sur la GRC.
- Fournir une plate-forme de plaidoyer et améliorer la coopération et la mise en réseau des institutions techniques mondiales, régionales et nationales. Les aider à tirer parti de la sensibilisation des parties prenantes pour soutenir l'élaboration de plans nationaux et l'amélioration de la capacité régionale en matière d'évaluation des besoins après une catastrophe et de cadres de redressement.

Les activités ciblent les quatre principales CER, dont la Communauté Économique des États de l'Afrique centrale (CEEAC, voir Figure 1), et leurs principaux partenaires, tels que les universités et centres de recherche africains, les autorités de bassin hydrographique ou les organisations techniques.

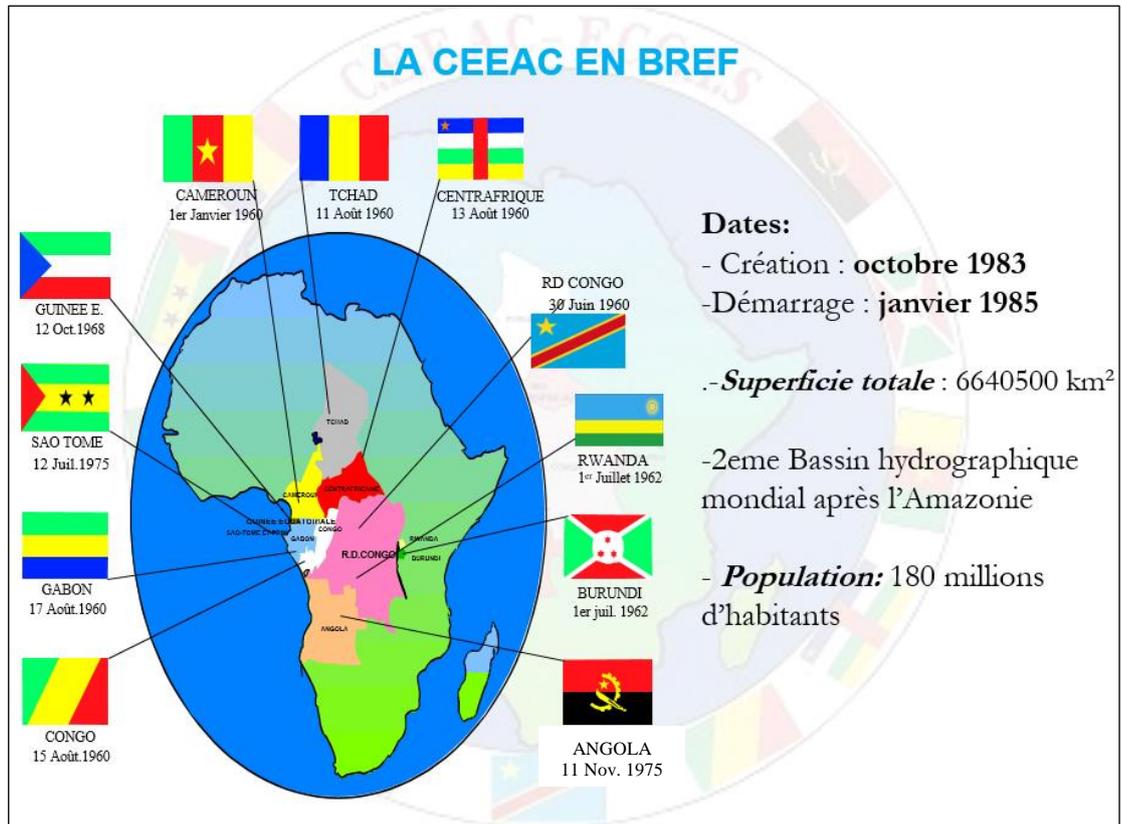


Figure 1: La CEEAC en bref (modifié d'après : D. NDEMAZAGOA-BACKOTTA).

1.2 Le mandat

Dans le cadre du projet de la CEEAC, une étude a été lancée avec l'appui de la Banque Mondiale sur l'évaluation des Services Météorologiques et Hydrologiques Nationales (SMHN) des états membres de la CEEAC :

Projet « Renforcement des services hydrométéorologiques et gestion des inondations et sécheresses pour les états membres de la Communauté Economique des Etats de l'Afrique Centrale », contrat Banque Mondiale sélection #1263449.

La Banque Mondiale a mandaté la fondation Deltares (www.deltares.nl) en coopération avec CONCEPT (basé en Tunisie, www.concept.tn) et Terea (basé au Gabon et spécialiste des pays de la CEEAC, www.terea.net) pour exécuter ce projet.

Cette étude fait suite au premier Forum Hydromet de la CEEAC organisé en Novembre 2018 à Libreville au Gabon qui a mis en évidence la nécessité d'investir dans la modernisation et l'intégration des services météorologiques, hydrologiques et systèmes d'alertes précoces. La présente étude doit démontrer des perspectives pour cette modernisation et intégration et contribuer au dialogue politique. Dans ce cadre il est important d'inclure, en plus des services hydrologiques et météorologiques nationaux des 11 pays, les Commissions de bassins transfrontaliers.

1.3 Objectifs et structure de la CEEAC

1.3.1 Objectifs

La CEEAC a le mandat de promouvoir et renforcer une coopération harmonieuse et un développement équilibré et auto-entretenu dans tous les domaines de l'activité économique et sociale, notamment, à réaliser l'autonomie collective, à élever le niveau de vie des populations, à renforcer les étroites relations pacifiques entre les États membres¹ et à contribuer au progrès et au développement du continent africain.

Sa Vision à l'horizon 2025 est de créer « Une Afrique centrale stable, prospère, solidaire, économiquement et politiquement unie », ce qui nécessite une bonne gestion des ressources en eau et des risques de catastrophes au niveau régional et national.

1.3.2 Structure

Au moment où ce rapport est rédigé la CEEAC est devenue une Commission. Dans la nouvelle Commission les structures pertinents dans le contexte de la présente étude se trouvent dans le Département d'Environnement, Ressources Naturelles, Agriculture et Développement Rural :

- Le Centre Régional de coordination de la Gestion des Ressources en Eau (CRGRE) avec ses Services « Gestion du Système d'Information sur l'Eau » et « Politiques, Recherche et Développement », et
- La Direction Environnement et Ressources Naturelles avec son Service Gestion des Risques et Catastrophes.

Le mandat de ces structures a été défini comme suit, les tâches les plus pertinents pour la présente étude étant écrits en gras :

Le Service Gestion du Système d'Information sur l'Eau est notamment chargé de :

- La gestion, promotion et mise à jour du Système Régional d'Information sur l'Eau (SIE) (voir paragraphe 1.3.3);
- La veille environnementale autour de la gestion de la qualité de l'eau ;
- La promotion de la conservation et de la protection des ressources en eau en vue de la pérennité des écosystèmes vitaux ;
- Le développement des stratégies de communication et approches participatives et d'éducation et renforcement des capacités ;
- Le développement des relations avec les media ;
- L'organisation de campagnes de promotion et de sensibilisation sur la mise en valeur et la gestion des ressources en eau en direction du Grand Public ;
- La conception et le développement du site web du Centre ;
- La mise en place et l'opérationnalisation de l'Observatoire des Ressources en Eau avec évaluation/optimalisation du réseau régional des mesures hydrologiques et hydrogéologiques et appui au traitement des données brutes récoltées.

Le Service Politiques, Recherche et Développement est notamment chargé de

- La mise en œuvre des actions prévus dans la PRE et la PARGIRE-AC ;
- L'harmonisation des approches par des appuis aux structures nationales et régionales de gestion de l'eau, notamment en termes d'appui à l'élaboration de Codes de l'eau et de la réglementation et des procédures de contrôle (administration/police des eaux) ;
- L'élaboration des directives régionales et de guides méthodologiques ;

¹ Angola, Burundi, Cameroun, Gabon, Guinée équatoriale, République centrafricaine (CAR), République démocratique du Congo (DRC), République du Congo, Rwanda, Sao Tomé-et-Principe, Tchad

- La promotion et la mise en place de nouveaux organismes de bassin internationaux et de gestion des systèmes aquifères transnationales ; appuis conseils en matière de répartition et distribution de l'eau de façon à garantir une gestion concertée avec toutes les parties prenantes (comités de bassin) et l'équité dans l'accès à l'eau avec prise en compte de la dimension genre ;
- **La valorisation des actions, la recherche et le développement du Centre régional des Métiers de l'Eau ;**
- **L'appui à la recherche de financements notamment pour équiper les réseaux de mesure et les Systèmes d'Information sur l'Eau des pays, en collaboration avec les deux autres Services ;**
- La programmation et la planification participative ;
- La préparation de documents de programmes et projets régionaux en collaboration, lorsque nécessaire, avec d'autres Départements de la CEEAC ou de ses organismes rattachés ;
- Les réflexions avec les Etats sur des questions innovantes et d'intérêt commun.

Le Service Gestion des Risques et Catastrophes est notamment chargé de :

- La centralisation, l'exploitation et la transmission des données météorologiques collectées au sein de la Communauté dans le circuit international spécialisé ;
- L'élaboration et la diffusion des prévisions météorologiques communautaires ;
- Echanges sous-régionaux, régionaux et internationaux en matière de météorologie et de changements climatiques ;
- Le suivi et l'évaluation des impacts socio-économiques et environnementaux des mesures de prévention, d'atténuation et/ou d'adaptation aux effets néfastes et aux risques liés aux changements climatiques ;
- L'établissement des indicateurs climatiques pertinents pour le suivi de la politique environnementale communautaire ;
- Les analyses prospectives visant à proposer une vision sur l'évolution du climat, de fournir des données météorologiques et climatiques à tous les secteurs de l'activité humaine concernés et de dresser le bilan climatique annuel de la Communauté ;
- L'initiation et la promotion des études sur la mise en évidence des indicateurs, des impacts et des risques liés aux changements climatiques ;
- La collecte, l'analyse et la mise à disposition des décideurs publics, privés ainsi que des différents organismes nationaux et internationaux, des informations de référence sur les changements climatiques dans l'espace communautaire ;
- L'initiation de toute action de sensibilisation et d'information préventive sur les changements climatiques ;
- Les propositions des mesures préventives de réduction d'émission de gaz à effet de serre, ainsi que des mesures d'atténuation et/ou d'adaptation aux effets néfastes et aux risques liés aux changements climatiques ;
- La coopération avec les autres observatoires régionaux ou internationaux opérant dans le secteur climatique.

1.3.3 Le Système Régional d'Information sur l'Eau (SIE)

Le Système d'Information sur l'Eau (SIE) est un ensemble organisé comprenant des éléments relatifs à l'eau et aux milieux aquatiques (données, équipements, logiciels, procédures, personnels, institution, etc.) qui se coordonnent (mesure, saisie, stockage, traitement) pour concourir à la restitution d'une information d'aide à la prise de décisions éclairées en gestion intégrée des ressources en eau (GIRE) (Figure 1.2).

Le SIE de la CEEAC est appelé à devenir un ensemble de systèmes d'informations interreliés dont le but ultime est d'assurer la bonne gouvernance de l'eau au niveau d'un regroupement de pays géographiquement voisins.

Il jouera le rôle d'un système fédérateur des données et des informations sur les ressources dans les pays membres de la CEEAC. Ce système permettra de renforcer les échanges de données et des informations sur l'eau entre les pays et les institutions économiques régionales, les différents organismes de bassin transfrontaliers (ABN, CBLT, CICOS, etc.) et d'autres organisations.

Le SIE de la CEEAC offre à la communauté des utilisateurs quatre fonctionnalités de base :

- Le suivi de la ressource ;
- La gestion et la protection de la ressource ;
- La diffusion des informations sur la ressource auprès d'une large communauté d'utilisateurs ;
- La mise en place d'un instrument de collaborations intra- et interinstitutionnelles en gestion intégrée des ressources en eau.



Figure 1.2: Domaines thématiques du SIE de la CEEAC. Odoua, N. (2019).

1.3.4

Le Centre d'Application et de Prévision Climatologique de l'Afrique Centrale (CAPC-AC)

Dans le cadre de la mise en place de Centres Climatologiques Régionaux (CCR) dans toutes les Communautés Economiques Régionales (CER) afin de pallier les menaces climatiques le Centre d'Application et de Prévision Climatologique de l'Afrique Centrale (CAPC-AC), institution spécialisée de la CEEAC basée à Douala au Cameroun, a été créée par les Chefs d'Etats et de Gouvernement de la CEEAC lors de leur 16^{ième} Conférence ordinaire à N'Djamena, par Décision N°72/CEEAC/CCEG/XVII/15 du 25 mai 2015. Il a pour but d'apporter un appui substantiel aux Services Météorologiques et Hydrologiques Nationaux (SMHN) de la sous-région en vue de leur intégration effective et efficace dans le domaine climatologique, notamment par le développement de leurs capacités de prévision climatologique et la fourniture de prévisions climatologiques aux Etats membres et autres partenaires. Le CAPC-AC n'est pas opérationnel pour le moment, la continuation des activités attend la signature des statuts du centre par les Chefs d'Etat et ensuite la nomination de l'équipe dirigeante avec leur personnel. Il est probable qu'avec qu'avec le financement du FED (11^e) relatif au projet GFCS il pourra continuer ses activités.

1.4 Objectifs de l'étude

Les objectifs de cette étude sont :

- de mieux comprendre l'état des services de la météorologie, de l'hydrologie, des climatologies et des systèmes d'alerte précoce en Afrique centrale et ;
- de rédiger un cadre régional pour appuyer la modernisation des services hydrologiques et météorologiques des pays de la région pour améliorer la prise de décisions pour la gestion des inondations et des sécheresses en Afrique centrale.

Ce rapport décrit les résultats d'une phase de cette étude, voir paragraphes 1.5 et 1.6.

1.5 Méthodologie générale

L'élaboration de l'étude se déroule en cinq (5) phases :

- Phase 1 : (Phase de Démarrage) : Définition en détail la méthodologie et du plan de travail de la mission.
- Phase 2 : Élaboration du rapport sur l'état des services hydrométéorologiques et climatiques et des systèmes d'alerte précoce (SAP) en Afrique centrale
 - Elaboration de quatre rapports conduisant des études de base sur l'état des services hydrométéorologiques et des SAP dans quatre pays d'Afrique centrale (Angola, Burundi, Guinée équatoriale, Rwanda) ;
 - Préparation du rapport de synthèse régional sur l'état des services Hydrométéorologiques et climatiques et des SAP en Afrique centrale
- Phase 3 : Élaboration d'une note d'orientation pour l'amélioration des systèmes d'alerte précoce en Afrique centrale
- Phase 4 : Elaboration d'un projet de cadre régional pour l'amélioration des services hydrométéorologiques avec un plan d'action
- Phase 5 : Elaboration du rapport d'orientation pour l'organisation du 2^e Forum HYDROMET en Afrique centrale

En 2015, des études sur l'état des lieux des services hydrologiques et météorologiques de 7 Etats membres de la CEEAC ont été réalisées (Cameroun, Tchad, République du Congo, Gabon, République Centrafricaine, République Démocratique du Congo et Sao Tomé et Principe), avec l'appui du Partenariat Mondial de l'Eau dans le cadre du processus de « élaboration d'une stratégie régionale pour l'hydrométéorologie en Afrique Centrale ». La présente étude capitalise les résultats de ces rapports techniques en les évaluant. L'information nécessaire sur les quatre autres pays (Angola, Burundi, Guinée Equatoriale et Rwanda) a été rassemblée par des recherches bibliographiques et des entretiens guidés avec les services hydrologiques et météorologiques de ces pays et est présenté dans quatre rapports d'état des lieux, dont le présent rapport qui est dédié à l'Angola.

L'état des lieux des services climatiques en Afrique centrale sera ensuite résumé dans un rapport de synthèse. Une note d'orientation pour l'amélioration des systèmes d'alerte précoce (SAP) en Afrique centrale sera élaborée pour fournir des conseils et illustrer les meilleures pratiques mondiales et l'expertise en matière de SAP. Ensuite des ateliers sont prévus pour élaborer un projet de cadre régional pour l'amélioration des services hydrométéorologiques et un plan d'action.

1.6 Objectif et structure de ce rapport

Ce rapport constitue l'état des lieux des services hydrométéorologiques pour l'Angola (Phase 2 de l'étude). L'état des lieux est basé sur deux sources d'information :

- la revue de la littérature scientifique et des rapports des instances nationales et internationales qui font foi, principalement OMM et BM.

- l'enquête de terrain auprès des services compétents de l'Angola comme indiqués par la CEEAC, Coordination de l'Unité de Démarrage du Centre Régional de coordination des Ressources en Eau de l'Afrique Centrale (UD/CRGRE).

L'objectif est de faire l'état des lieux des services hydrologiques et météorologiques sur les plans :

- législatif ;
- institutionnel ;
- technique ;
- ressources humaines ;
- financier ;
- de l'éducation.

pour identifier les problèmes majeurs des réseaux de collecte ainsi que des services climatiques.

Les définitions retenues dans ce rapport sont celles de l'Organisation Mondiale de la Météorologie, et notamment du Cadre mondial pour les Services Climatologiques (OMM, 2014) où Service climatologique est défini comme « la fourniture d'informations sur le climat présentées sous une forme exploitable par les décideurs et les organisations à l'appui de leurs décisions. Cette composante service implique la mobilisation active des différents acteurs concernés, la mise en place d'un mécanisme performant d'accès à l'information et la prise en compte des besoins des utilisateurs » (OMM, 2014).

La structure de cet état des lieux pour l'Angola reprend la structure des rapports mandatés par la CEEAC réalisés par le Partenariat Mondial de l'Eau (Global Water Partnership) entre 2014 et 2015 pour le Cameroun, le Congo, le Gabon, la RCA, la RDC, Sao Tomé-et-Principe et le Tchad. Le rapport commence avec une présentation physique du pays (Chapitre 1). L'inventaire des stations météorologiques et hydrométriques est fait aux Chapitres 3 et 4. Le Chapitre 5 présente le cadre de gestion des services hydrologiques et météorologiques, suivi par une description des aspects économiques et financiers au Chapitre 6. Le Chapitre 7 traite l'éducation, la recherche, et la promotion des métiers de la météorologie et de l'hydrologie. Un résumé des problèmes principaux est donné au Chapitre 8. Une analyse SWOT est effectuée au Chapitre 9 pour identifier les forces, faiblesses, opportunités et menaces des services hydrologiques et météorologiques de l'Angola. Le Chapitre 10 présente les conclusions et recommandations.

2 Présentation physique de l'Angola

2.1 Localisation

L'Angola est un pays de l'Afrique centrale, Etat membre de la CEEAC mais aussi membre de la SADC (Southern African Development Community / Communauté de développement d'Afrique australe). Il est limité à l'ouest par l'océan Atlantique et partage ses frontières avec le Congo et la République démocratique du Congo (RDC) au nord, la Zambie à l'est et la Namibie au sud. Il est divisé en 18 provinces ; celle de Cabinda, séparée du pays, se situe entre le Congo et la RDC au nord de l'embouchure du fleuve Congo.

La République d'Angola est le septième plus grand pays d'Afrique, sa superficie est de 1.246.700 km². Ses frontières terrestres sont de 5.198 km : 2.511 km avec la RDC, 1.376 km avec la Namibie, 1.110 km avec la Zambie, et 201 km avec le Congo (comprend celle de l'enclave de Cabinda – séparée du reste du pays par le couloir de Moanda – à l'embouchure du fleuve Congo). La frange littorale de l'Angola a une longueur de 1.600 km. Le point le plus haut d'Angola culmine à une altitude de 2.620 m.

L'Angola a une population totale de 31 825 295 habitants (2019)², soit une densité de 20 hab./km². Son Produit interne brut (PIB) est de 94,635 Milliards (2019).³

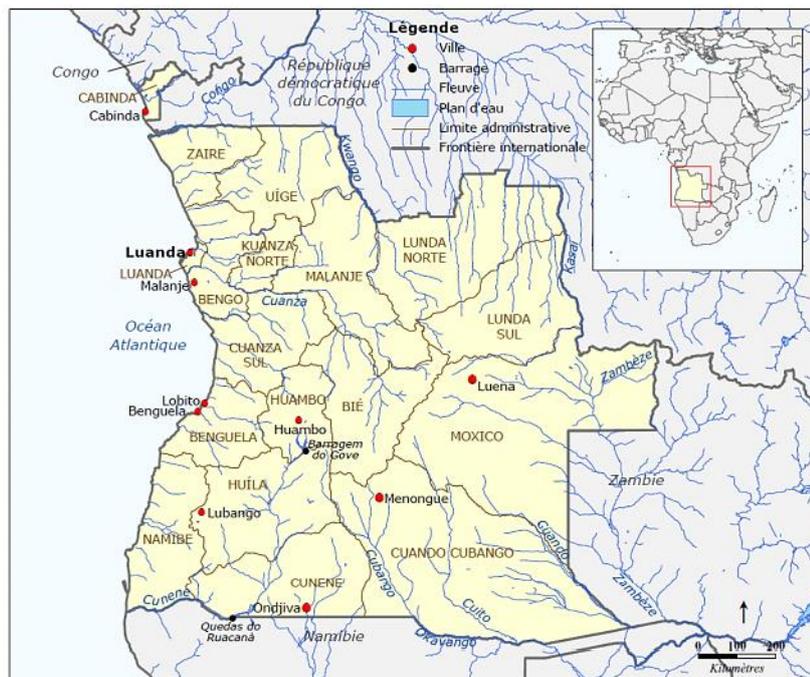


Figure 3: Carte de l'Angola (FAO, 2005).

² <https://donnees.banquemondiale.org/pays/angola>

³ *Idem*

2.2 Climat

2.2.1 Type de climat

L'Angola se situe entre le tropique du Capricorne et l'équateur. Cette situation géographique confère au pays quatre principales zones climatiques :

- Le nord : caractérisé par un climat tropical humide avec la présence d'une saison sèche qui s'étend de juin à septembre où le temps est très voilé. Les précipitations annuelles sont supérieures à 1.500 mm alors que la température moyenne annuelle dépasse les 22 °C.
- Le centre : se distinguant par un climat tropical tempéré influencé par l'altitude (entre 1.000 et 2.500 m au-dessus du niveau de la mer). Ces hauts plateaux sont caractérisés par des pluies variant entre 1.250 et 1.500 mm/an et une température moyenne annuelle de l'ordre de 18-20°C.
- Le sud est caractérisé par un climat sec, allant du tropical désertique (désert du Namibe) au tropical sec (Cunene).
- La frange côtière est relativement sèche, les plaines côtières reçoivent annuellement de faibles précipitations (200 mm/an en moyenne) et une température annuelle de 20-22°C.

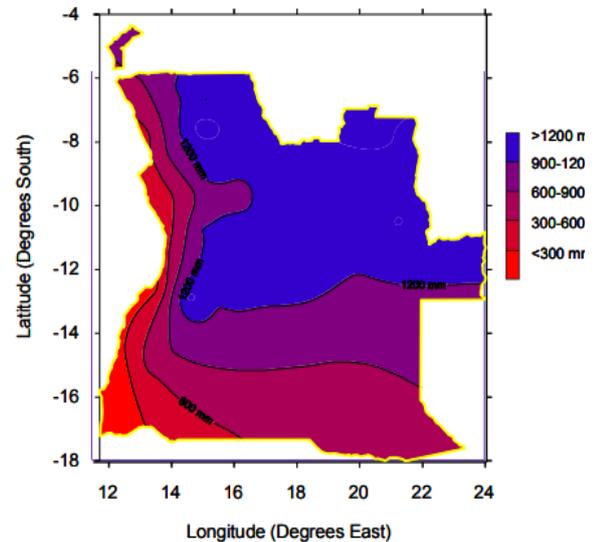
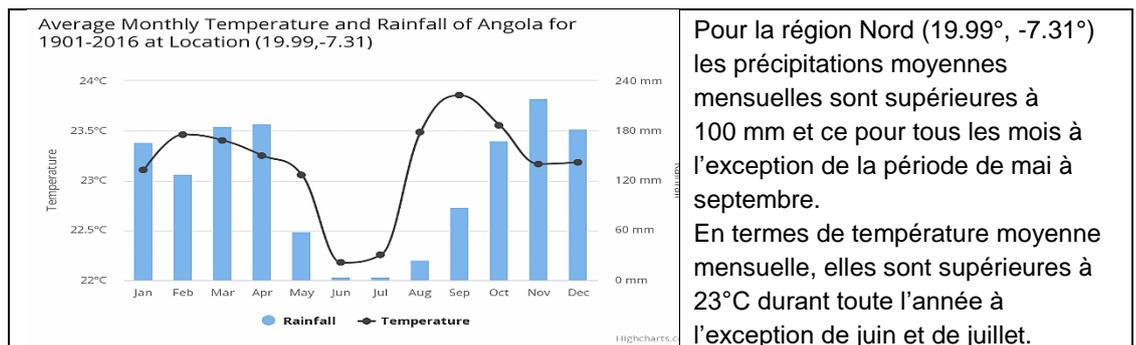


Figure 4 : Répartition spatiale des précipitations annuelles en Angola (CNI ANGOLA, 2012)

Les deux premières régions connaissent deux saisons des pluies : de septembre à décembre et de février à avril. Au sud, une seule saison des pluies intervient d'octobre à mars.

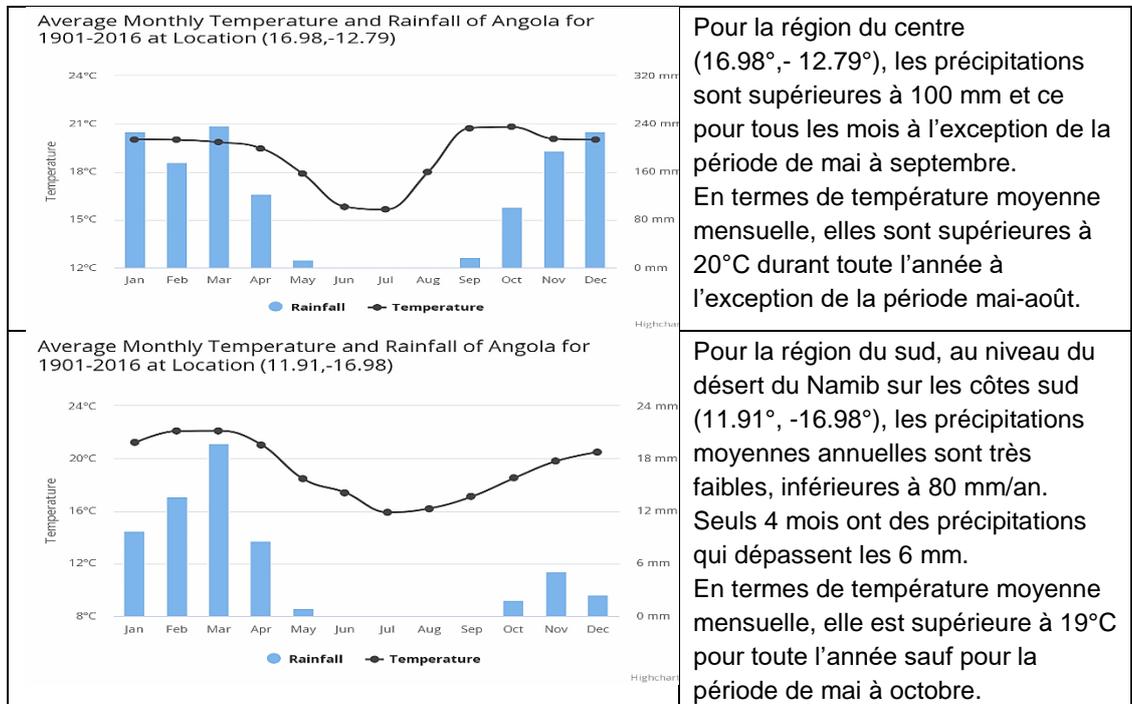
2.2.2 Variation spatiale et temporaire

En se référant au portail de connaissance de la BM⁴, il est possible de visualiser l'évolution mensuelle de la température et des précipitations et ce pour les trois régions⁵ Nord, Centre et Sud de l'Angola.



⁴ <https://climateknowledgeportal.worldbank.org/country/angola/climate-data-historical>

⁵ Ce site nous donne la possibilité de mettre le curseur à l'endroit où nous voulons visualiser l'évolution de la température et des précipitations mensuelles.



2.3 Végétation

L'Angola est couvert à 40 % par une végétation boisée, les forêts couvrant 23 millions d'ha (18,5 % du territoire). A cela s'ajoute 150.000 ha de plantations. Les savanes ainsi qu'une partie du désert Namib sur le littoral sud constituent les autres types de paysages angolais (FAO, 2005).

La vaste gamme de biomes et d'écosystèmes existants en Angola est probablement sans égal dans aucun autre pays africain (Huntley, 1992). Ainsi, 5% de la superficie de l'Angola (53 millions d'hectares) est classée comme « zone forestière ». Sur cette superficie, seulement 2 % du pays (2,3 millions d'hectares) est classée comme « économiquement productive » (FAO, 2005).

2.3.1 Une flore diversifiée

L'Angola dispose d'une végétation relativement diversifiée, commune aux hauts plateaux, aux plaines, au désert, à la savane et à la forêt tropicale.

Forêt tropicale

La forêt de Maiombe, qui s'étend de la RDC à Cabinda, au Congo et au Gabon, contient des bois tropicaux rares tels que le bois noir, l'ébène et le bois de santal. Il existe d'autres zones de forêt tropicale dans le tiers nord du pays.

Forêt Afromontane

Un type particulier de forêt qui ne se trouve qu'au-dessus de 2000 m dans des endroits isolés, l'arbre dominant étant le bois jaune.

Forêts de Miombo

Couvre le centre de l'Angola et contient des bois tropicaux comme l'acajou angolais qui fait un excellent bois.

Forêts de Mopane

Une zone sèche de bois et de savane contenant du mopane, un arbre à tige unique avec des feuilles distinctives en forme de papillon.

Plaine côtière

La partie la plus basse de l'Angola, le long de la côte, on retrouve le célèbre baobab.

Désert

Le pays de la Welwitschia Mirabilis, une étonnante plante du désert qui ressemble à une pieuvre géante. Il ne produit que deux feuilles, s'étend sur six à neuf heures et peut vivre jusqu'à 2.000 ans. L'usine est unique à cette province et à la Namibie voisine.⁶

La figure qui suit permet de localiser les différents types de végétations qui caractérisent l'Angola.

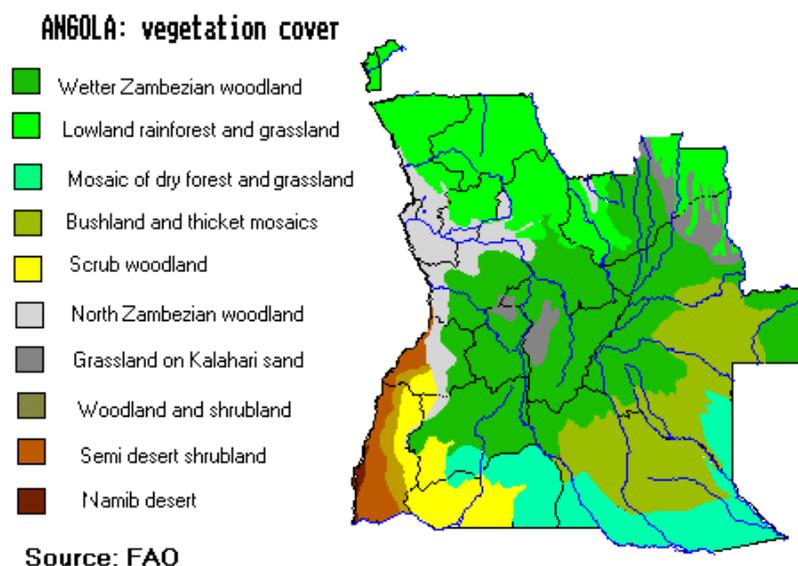


Figure 5: Carte de végétation d'Angola ⁷

2.3.2 Une faune variée

En milieu urbanisé ou semi-urbanisé, les troupeaux de bœufs et de moutons bénéficient de vastes pâturages, surtout dans l'île basse de Luanda. La volaille se trouve également en abondance.

En milieu naturel, on note la présence du chimpanzé dans la région limitrophe aux forêts équatoriales. Dans le Coanza, on trouve des alligators et des hippopotames ainsi qu'un énorme poisson de la famille des Siluroïdes, appelé « bagre ». Enfin la côte est très poissonneuse, on y pêche les espèces les plus variées, le pungo, la raie pastenague, les langoustes, etc.

2.3.3 Une activité agricole diversifiée

La culture des plantes de Moka (café) est relativement répandue en Angola. Le coton, qui est une des plus importantes cultures locales, trouve un terrain très favorable le long du Coanza. De même, on note la présence des cultures de la canne à sucre, du cacaoyer et du manioc dont la féculé tirée de la racine (le tapioca) constitue la base de la nourriture des angolais.

A Pongo-Andongo, on note également la présence de la culture du thé, du riz, du blé, de la vigne ainsi que des fruits comme les oranges, les bananes, les figues, les goyaves, les pêches, les ananas, etc.

⁶ <http://angolarising.blogspot.com/2011/10/angolas-diverse-vegetation.html>

⁷ Idem

2.4 Relief

Un vaste plateau cristallin d'une altitude moyenne de 1.200 m domine le pays sur plus des 2/3 de sa superficie. Plus élevé à l'est où se trouvent les bassins de très grands fleuves (voir paragraphe 2.6) tributaires jusqu'à l'océan Atlantique ou même l'océan Indien (le Zambèze dont le bassin versant se trouve à l'est du plateau, voir paragraphe 2.6.5), ce plateau descend en escalier d'est en ouest. Le plateau situé directement sur un bouclier granitique contient très peu de structures sédimentaires. Il domine la plaine côtière de l'ouest, le point culminant est le Môco (2.620 mètres). L'ensemble le plus massif est le plateau angolais qui déborde à l'est les frontières du pays, l'altitude moyenne étant de 1.000 m. Par ailleurs, large de 25 à 150 km et long de 1.600 km, la plaine se prolonge au sud par le désert du Namib.

Le centre-ouest humide est le château d'eau du pays et la région la plus peuplée avec le littoral nord⁸. La carte qui suit présente ce relief diversifié de l'Angola.



Figure 6 : Carte du relief de l'Angola ⁹

⁸ <http://diakadi.com/afriqueaustrale/Pays/angola/infos/vege.htm>

⁹ <https://www.larousse.fr/encyclopedie/cartes/Angola/1306010>

2.5 Système géologique

2.5.1 Caractéristiques géologiques

Le tableau qui suit synthétise les principales caractéristiques géologiques de l'Angola.

Tableau 1 : Principales caractéristiques géologiques de l'Angola¹⁰

	Période	Lithologie
Sédiments non consolidés		
Alluvions	Quaternaire	Sédiments alluviaux non consolidés remplissant les vallées. Ce sont les plus épaisses sous les plaines inondables et les deltas proches des côtes des grands fleuves - Cuanza, Congo et Cunene.
Kalahari	Quaternaire-Tertiaire	Grès faiblement consolidés et sables et limons non consolidés, qui couvrent une grande partie de la partie orientale de l'Angola jusqu'à une profondeur maximale de 600 m. Ils recouvrent d'anciennes roches du socle et ont été déposés dans le bassin du Kalahari, qui a commencé à s'affaisser au Jurassique. Aujourd'hui, le bassin du Kalahari couvre une superficie de 2,5 millions de km ² à travers le centre et le sud de l'Afrique, mais il existe des variations régionales et locales considérables dans les sédiments du groupe du Kalahari à travers le bassin (Hipondoka, 2005).
	Crétacé – Tertiaire	Jusqu'à 150 m d'épaisseur de roches sédimentaires d'âge Aptien-Maastrichtien, il forme souvent des grès argileux avec des dépôts marins et évaporitiques. Recouvre jusqu'à 1.200 m d'épaisseur de roches sédimentaires du Paléocène à Pliocène.
Sédiments consolidés		
	Jurassique	Calcaires argileux, grès et schistes au bord du bassin du Congo. Jusqu'à 500 m d'épaisseur
Précambrien		
	Précambrien supérieur – Cambrien inférieur	Roches méta sédimentaires : schisto-calcaires recouverts de méta conglomérats et quartzites
	Précambrien	Roches méta sédimentaires : métasandstones quartzitiques
	Archéen	Roches ignées cristallines et métamorphiques, en grande partie granites, faisant partie du craton africain. Souvent avec des veines de quartz. À l'exception de la zone côtière, les roches du socle précambrien sont exposées dans de grandes parties de l'Angola

2.5.2 Principales formations géologiques

La carte qui suit permet de localiser géographiquement les principales formations géologiques de l'Angola.

¹⁰ http://earthwise.bgs.ac.uk/index.php/Hydrogeology_of_Angola#Geology

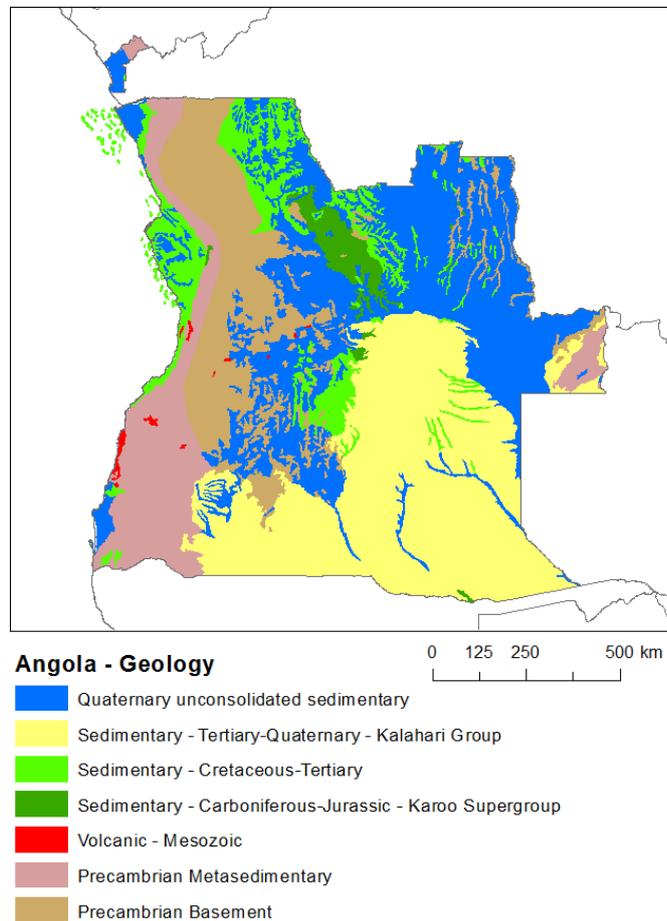


Figure 7 : Carte géologique de l'Angola¹¹

2.5.3 Système hydrogéologique et principaux aquifères

Les aquifères les plus importants sont localisés dans les roches sédimentaires. Généralement, la nappe phréatique le long du littoral varie entre 5 à 30 m de profondeur et dans le plateau central entre 10 et 30 m. Néanmoins, dans la province de Cunene elle peut atteindre jusqu'à 220 m de profondeur.

L'inventaire des puits a montré qu'il en existe dans toutes les provinces, excepté dans le nord-ouest. La majorité (plus de 2.000) se situe dans le sud-ouest du territoire où sévit une pénurie de sources en eau et où la pluviométrie est très faible (climat tropical aride et semi-aride). Les puits sont principalement à vocation domestique et agropastorale.

Les eaux souterraines renouvelables sont estimées à 58 km³/an et la partie commune entre eaux de surface et eaux souterraines est évaluée à 55 km³/an, soit un volume total d'eaux renouvelables internes de 148 km³/an.¹²

¹¹ http://earthwise.bgs.ac.uk/index.php/Hydrogeology_of_Angola#Geology

¹² *idem*

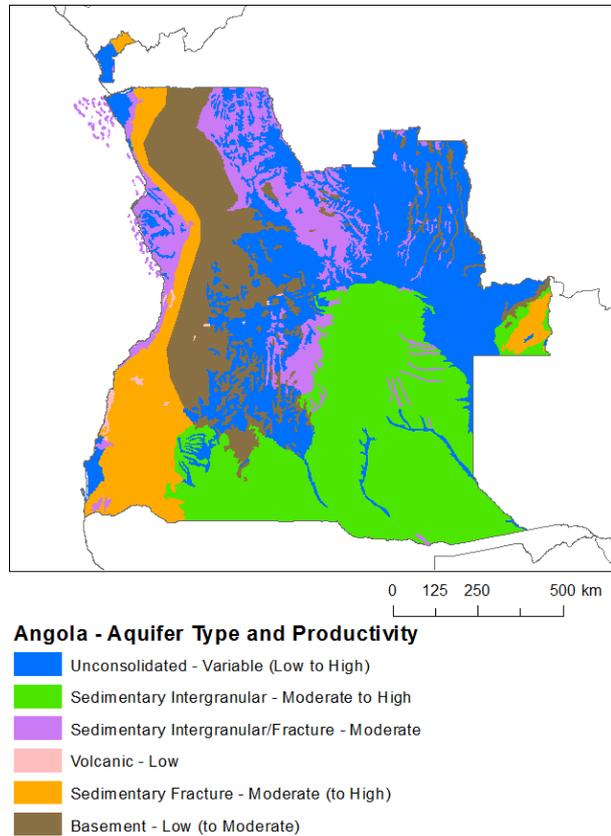


Figure 8: Hydrogéologie de l'Angola¹³

Les tableaux qui suivent, synthétisent les principaux aquifères en Angola.

Tableau 2 : Aquifères quaternaires non consolidés

Nom	Productivité de l'aquifère	Propriétés de l'aquifère
Alluvions Quaternaire	Variable : faible à élevé	La productivité de l'aquifère dépend de la lithologie de l'aquifère (qu'elle soit dominée par des sables et graviers perméables ou des dépôts à grains fins à faible perméabilité), de l'épaisseur et de l'étendue latérale. Les sédiments alluviaux les plus productifs des vallées fluviales forment les meilleurs aquifères d'Angola, avec des rendements de forage enregistrés de 15 à 50 l / s (DNA, 2005). Les plus grands aquifères alluviaux se trouvent dans les provinces de Huíla, Benguela, Cuanza Sul, Bengo et Zaïre (DNA, 2005).

Tableau 3 : Aquifères sédimentaires intergranulaires

Nom	Productivité de l'aquifère	Propriétés de l'aquifère et qualité de l'eau
Kalahari - Tertiaire – Quaternaire	Modérée à élevée	La nappe phréatique du groupe Kalahari est moins profonde au nord et devient plus profonde vers le sud, où le groupe Kalahari est généralement complètement sec (Groundwater Consultants Bee Pee (Pty) Ltd, SRK Consulting (Pty) Ltd, 2002).

¹³ *Idem*

Tableau 4 : Aquifères sédimentaires intergranulaires fracturés

Nom	Productivité de l'aquifère	Propriétés de l'aquifère et qualité de l'eau
Petits aquifères sans nom le long de la côte - Crétacé – Tertiaire	Modérée	Les grès argileux se trouvant le long de la côte se sont révélés être des aquifères modérément productifs. Les eaux souterraines peuvent être relativement fortement minéralisées, parfois associées à des formations salifères.
Jurassique-Carbonifère	Modérée	L'eau souterraine peut être relativement fortement minéralisée

Tableau 5 : Aquifères sédimentaires - Écoulement à travers les fractures

Nom	Productivité de l'aquifère	Propriétés de l'aquifère et qualité de l'eau
Précambrien (localement du Cambrien inférieur)	Modérée parfois élevée	Certains quartzites, grès et conglomérats peuvent former des aquifères utiles. Ceux-ci sont dispersés dans la plupart des zones de roches précambriennes du sud-ouest de l'Angola. On pense que les rendements moyens des trous de forage se situent autour de 3 l/s (DNA, 2005).

Tableau 6 : Aquifères du sous-sol

Nom	Productivité de l'aquifère	Propriétés de l'aquifère et qualité de l'eau
crystallin - Précambrien	Généralement faible, parfois modérée	<p>Les roches forment des aquifères locaux, généralement de faible productivité mais parfois ont une productivité modérée. L'eau souterraine se trouve uniquement là où les roches sont fracturées et / ou altérées. Différentes lithologies au sein du sous-sol ont des propriétés hydrogéologiques différentes. En général, les rendements les plus courants des forages dans les granites et les gneiss sont inférieurs à 1 litre/seconde (l/s), en particulier lorsque les forages ont une profondeur inférieure à environ 50 m (DNA, 2005).</p> <p>Les roches en Angola telles que les gabbros et les norites sont probablement les meilleurs aquifères, et sur la carte hydrogéologique de l'Angola, leur productivité est souvent indiquée comme étant de 3 à 5 l/s avec un taux de réussite de forage de 70 à 80% (DNA, 2005). Les roches intrusives de base se trouvent à la fois dans le nord et le sud du pays.</p>

2.6 Hydrologie – présentation des bassins versants

L'Afrique subsaharienne englobe une grande partie des bassins versants du continent, où existent quatre fleuves majeurs à l'échelle mondiale en termes de volume de ruissellement annuel (Dai et al., 2002) :

- Fleuve Congo : 1.308 km³/an ;
- Fleuve Niger : 193 km³/an ;
- Fleuve Ogooué : 186 km³/an ;
- Fleuve Zambèze : 117 km³/an.

L'Angola est traversé par de nombreux fleuves et rivières qui descendent des plateaux vers l'océan Atlantique, entrecoupés de grandes cascades, ils sont très peu navigables. Ainsi le Rio Cuanza (1.000 km), l'un des fleuves les plus importants, n'est navigable qu'une partie de l'année¹⁴.

Le territoire angolais est partagé en 5 bassins fluviaux transfrontaliers qui sont Cunene, Cuvelai, Cubango/Okavango, Congo-Zaïre et Zambèze. Il fait partie de 5 commissions internationales de bassins responsables à la gestion des eaux de chaque bassin :

- i. la commission du cours d'eau du fleuve Cuvelai - CUVECOM, (Cuvelai Watercourse Commission) dont les membres sont l'Angola et la Namibie
- ii. la commission technique permanente du bassin du Cunene appelée CTPC avec comme membres l'Angola et la Namibie
- iii. la commission permanente des eaux du bassin du Cubango/Okavango - OKACOM dont les membres sont l'Angola, le Botswana et la Namibie.
- iv. la commission internationale de bassin versant des fleuves Congo-Oubangui-Sangha appelée CICOS dont les membres sont l'Angola, le Cameroun, la République Centrafricaine, la République du Congo, la République Démocratique du Congo, le Gabon, le Tchad, et la Tanzanie
- v. la commission des cours d'eau du Zambèze - ZAMCOM regroupant l'Angola, le Botswana, le Malawi, la Tanzanie, la Zambie et le Zimbabwe.

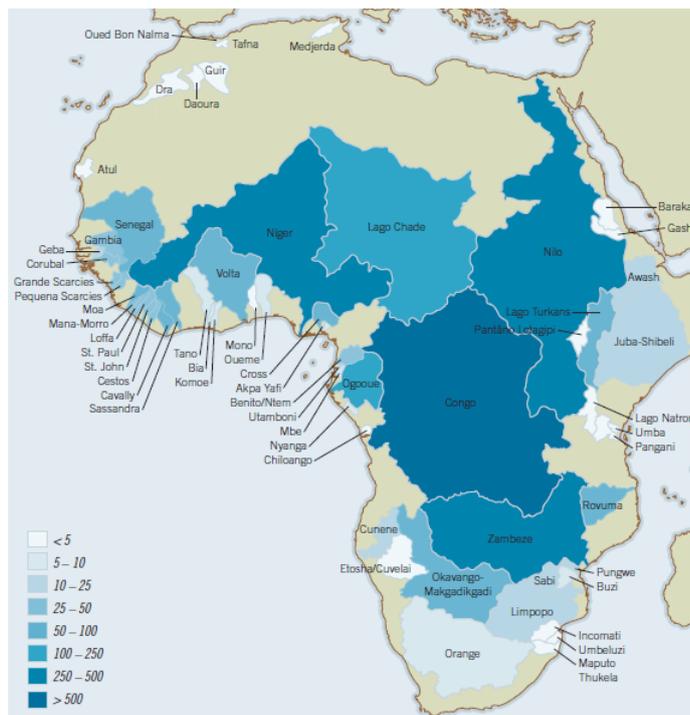


Figure 9: Volume annuel en km³ de rétention des bassins versants dans les principaux bassins versants en Afrique (INRH, 2018)

¹⁴ <http://diakadi.com/afrique australe/Pays/angola/infos/vege.htm>

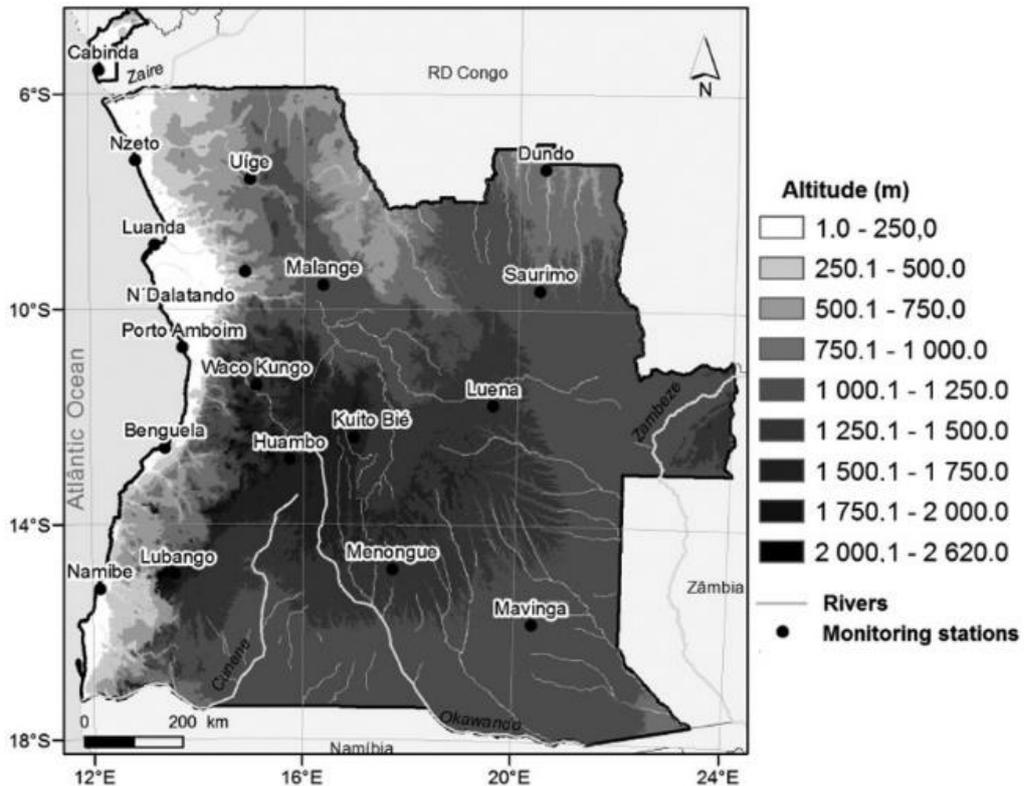


Figure 10: Les principaux cours d'eau en Angola¹⁵

2.6.1 Bassin versant du Congo-Zaïre

Le fleuve Congo prend sa source dans la vallée du Rift à une altitude de 1.430 m, légèrement au sud du lac Tanganyika, en République de Zambie. Ce fleuve s'étend sur environ 4.700 km jusqu'à son embouchure dans l'océan Atlantique, dans un large estuaire de la République d'Angola, où il est appelé le fleuve Zaïre¹⁶.

Le fleuve Congo a un débit moyen annuel de 41.000 m³/s, ses affluents dont les principaux sont l'Oubangui (1.060 km avec un débit de 11.000 m³/s à Bangui), la Sangha (790 km ; 1.714 m³/s à Ouesso) et le Kasai (2.153 km ; 9.873 m³/s) et le lac Tanganyika considéré comme le deuxième plus profond et plus important lac en volume d'eau douce du monde¹⁷.



Figure 11: Bassin versant du Zaïre/ Congo¹⁸

¹⁵ <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/02626667.2016.1257856>

¹⁶ http://www.inrh.gv.ao/portal#outros_documentos

¹⁷ Idem

¹⁸ <http://www.gabhic.gv.ao/>

Le bassin versant du fleuve Congo-Zaïre est partagé par la République d'Angola, la République du Cameroun, la République centrafricaine, la République du Congo, la République démocratique du Congo, la République du Gabon, la République du Tchad, et la République de Tanzanie. Au niveau du territoire angolais le bassin versant couvre les provinces du Zaïre, Uíge, Malange, Lunda Norte et Lunda Sul.

2.6.2 Bassin versant de Cunene

La rivière Cunene prend sa source dans la province de Huambo dans les montagnes de la Serra Encoco au sud-ouest de l'Angola et coule vers le sud en direction des chutes de Ruacaná. Dans cette section, le fleuve change de cap vers l'ouest, vers l'océan Atlantique.



Figure 12: Bassin versant de la rivière Cunene¹⁹

Le bassin versant de la rivière Cunene comprend une superficie totale d'environ 113.835 km², dont 94.822 km² en territoire angolais, où il couvre administrativement les provinces de Huambo, Huila, Namibe et Cunene²⁰.

2.6.3 Bassin versant de Cuvelai

Le bassin versant de Cuvelai, également appelé bassin versant d'Etosha ou Kwanyama, est partagé entre la République d'Angola et la République de Namibie et possède une superficie totale d'environ 159.620 km², dont 52.158 km² en territoire angolais, où il couvre administrativement les provinces de Cunene et Cubango, et s'étend sur environ 420 km, où il se termine dans le lac d'Etosha²¹.



¹⁹ Idem

²⁰ http://www.inrh.gv.ao/portal#outros_documentos

²¹ http://www.inrh.gv.ao/portal#outros_documentos

2.6.4 Bassin versant de Cubango/Okavango

Le fleuve Cubango prend sa source dans les zones montagneuses de Chicala-Choloanga dans la province de Huambo en Angola. Ce fleuve est considéré comme l'un des écosystèmes fluviaux les moins touchés par les activités humaines sur le continent africain. Dans son état actuel, il s'étend sur environ 975 km jusqu'à atteindre le delta de l'Okavango en République du Botswana.



Figure 14: Bassin versant de Cubango / Okavango²³

Le bassin versant est partagé entre la République d'Angola, la République du Botswana et la République de Namibie. Il couvre une superficie totale de 759.328 km², dont 135.927 km² se trouve sur le territoire angolais, où il couvre administrativement les provinces de Huambo, Bié, Huila, Moxico et Cuando Cubango²⁴.

2.6.5 Bassin versant du Zambèze

Le fleuve Zambèze est le plus grand d'Afrique australe et le quatrième plus grand après le Nil, le Congo et le Niger. Son origine se trouve dans le plateau de l'Afrique centrale, dans les montagnes Kalene, au Nord-ouest de la Zambie. Le cours d'eau atteint son delta en République de Mozambique, dans l'océan indien après un parcours de 3.000 km.

Le bassin versant est partagé entre huit Etats qui sont l'Angola, le Botswana, le Malawi, la Tanzanie, la Zambie et le Zimbabwe. Ce bassin versant couvre une surface totale d'environ 1.400.300 km², dont 255.000 km² en territoire angolais. Il couvre administrativement les provinces de Moxico et Cuando Cubango (SIDA/ DANIDA, 2008).

²² <http://www.gabhc.gv.ao/>

²³ Idem

²⁴ http://www.inrh.gv.ao/portal#outros_documentos



Figure 15: Bassin versant de Zambèze²⁵

²⁵ <http://www.gabhc.gv.ao/>

3 Inventaire des stations météorologiques

3.1 Le réseau des stations

L'Instituto Nacional de Meteorología e Geofísica (INAMET) est l'institution nationale en charge de la météorologie et de la géophysique en Angola.

Pour étudier le réseau d'observation météorologique de l'INAMET trois sources d'information ont été utilisées : (i) en premier lieu les informations fournies dans un questionnaire rempli par l'INAMET dans le cadre de l'état des lieux des services hydrologiques des Etats membres de la CEEAC (voir Annexe B), (ii) les informations mentionnées dans le cadre de la Communication Nationale Initiale (CNI Angola, 2012) de l'Angola au titre de la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC), et (iii) des informations additionnelles collectées à travers le site web de l'OMM, plus particulièrement le Country Profile data base (CPBD/WMO)²⁶ ainsi que la base de données OSCAR²⁷ (Observing Systems Capability Analysis and Review) de l'OMM.

3.2 Réseau des stations synoptiques principales

Le nombre actuel des stations synoptiques principales en Angola est de 36 dont :

- 26 sont des stations météorologiques automatiques (SMA) installées après 2008 dont seuls 15 sont opérationnelles ;
- 10 sont des stations semi-automatiques/conventionnelles dont 09 sont opérationnelles.

En l'état actuel **24 stations synoptiques sont donc opérationnelles** dont 15 sont des stations météorologiques automatiques (SMA) et 09 des stations semi-automatiques/conventionnelles.

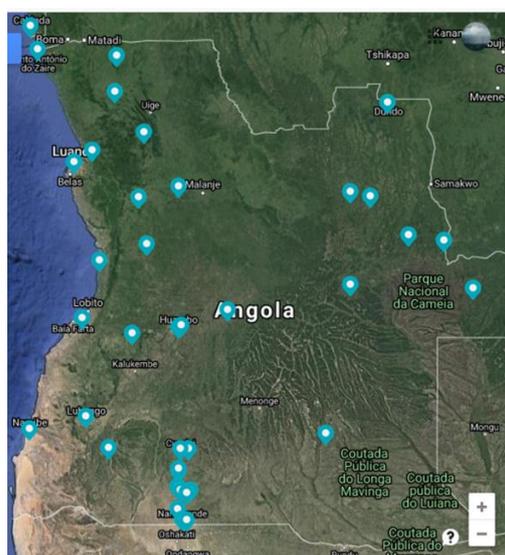


Figure 16: Localisation des stations synoptiques principales en Angola (Questionnaire de l'INAMET, 2020)

²⁶ <https://cpdb.wmo.int/angola>

²⁷ <https://oscar.wmo.int/surface//index.html#/search/station#stationSearchResults>

La superficie de l'Angola étant de 1.246.700 km², nous avons donc **1 station synoptique opérationnelle par 52.000 km²**. En se référant aux normes de l'OMM (Guide du système mondial d'observation, OMM-N° 488, et Manuel du système mondial d'observation, OMM-N° 544), la distance préconisée entre deux stations synoptiques est de 100 km (10.000 km²) pouvant être ramenée à 50 km (2.500 km²) pour les besoins de la prévision numérique. **Force est de constater que la densité actuelle est largement inférieure aux normes de l'OMM.**

La 1^{ère} Communication Nationale de l'Angola (CNI Angola, 2012) donne une répartition des stations météorologiques automatiques existantes déjà en 2012 selon les districts (Tableau 7 et Tableau 8). En 2012 le réseau d'observation météorologique de l'INAMET comprenait quelques stations de moins que maintenant : 29 stations synoptiques principales dont 23 étaient opérationnelles. Des stations opérationnelles 12 étaient des SMA et les 11 restants étaient conventionnelles.

Tableau 7 : Répartition des stations météorologiques automatiques (SMA) selon les districts en 2010 (CNI Angola, 2012)

District	Date d'installation	Statut actuel
Benguela	Sep/2008	Non opérationnelle
Cabinda	Mar/2009	Opérationnelle
Caxito	Jan/2006	Opérationnelle
Dundo	Oct/2009	Non opérationnelle
Huambo	Juil/2009	Opérationnelle
Kuito	Fev/2009	Opérationnelle
Luanda	Avr/2008	Opérationnelle
Lubango	Dec/2009	Non opérationnelle
Luena	Oct/2009	Non opérationnelle
Malange	Dec/2008	Opérationnelle
Mb.Congo	2006	Opérationnelle
Namibe	Mai/2009	Non opérationnelle
Ndalatando	Aout/2006	Opérationnelle
Nzeto	2006	Opérationnelle
Ondjiva	Nov/2009	Opérationnelle
Saurimo	Oct/2009	Non opérationnelle
Sumbe	Mai/2009	Opérationnelle
Uige	Jan/2009	Opérationnelle

Tableau 8 : Stations météorologiques conventionnelles du réseau d'observation météorologique de l'INAMET en 2010 (CNI ANGOLA, 2012)

	Date d'installation	Statut actuel	N° de stations conventionnelles
Benguela	Non connu	opérationnelle	1
Cabinda	Non connu	opérationnelle	1
Dundo	Non connu	opérationnelle	1
Huambo	Non connu	opérationnelle	1
Kuito	Non connu	opérationnelle	1
Luena	Non connu	opérationnelle	1
Malange	Non connu	opérationnelle	1
Namibe	Non connu	opérationnelle	1
Porto Amboim	Non connu	opérationnelle	1
Saurimo	Non connu	opérationnelle	1
Uige	Non connu	opérationnelle	1

Il y a lieu de noter que, entre 1974 - année de l'indépendance - et 2010, à cause de la guerre civile, le réseau d'observation météorologique de l'INAMET a subi de grandes dégradations, surtout en ce qui concerne les postes climatologiques et les postes pluviométriques (Tableau 9). Depuis 2010, le nombre de stations synoptiques et postes pluviométriques a augmenté légèrement. Jusqu'à 2025, l'INAMET projette d'étendre ce réseau à 64 stations synoptiques automatiques, entre autres dans le cadre d'un projet de modernisation (voir section 0). L'objectif est d'améliorer la densité du réseau afin de couvrir l'ensemble du pays. Ceci permettra de disposer d'une base de données pour les études scientifiques et l'alimentation de modèles pour améliorer la prévision.

Tableau 9 : Comparaison des observations météorologiques entre 1974 et 2020 (chiffres de 1974 et 2010 de la CNI ANGOLA, 2012, et chiffres actuels du Questionnaire de l'INAMET, 2020). Entre parenthèses le numéro de stations opérationnelles.

stations synoptiques			postes climatologiques			postes pluviométriques		
1974	2010	2020	1974	2010	2020	1974	2010	2020
32 (?)	29 (23)	36 (24)	225 (?)	0	0	282 (?)	1 (?)	5 (5)

3.3 Réseau des stations secondaires

3.3.1 Stations agro-météorologiques

L'INAMET dispose actuellement de 05 stations agro-météorologiques automatiques qui sont toutes opérationnelles (Questionnaire de l'INAMET, 2020). En 2025, l'INAMET projette d'étendre ce réseau à 122 stations agro-météorologiques automatiques.

3.3.2 Stations pluviométriques

L'INAMET dispose actuellement de 05 stations pluviométriques automatiques qui sont toutes opérationnelles (Questionnaire de l'INAMET, 2020).

En se référant aux normes de l'OMM (Guide des pratiques climatologiques (OMM-N°100, 2011) et Guide des pratiques agro-météorologiques (OMM-N°134, 2018)), la distance préconisée entre deux stations climatologiques est de 50 km (2500 km²) alors que pour les stations pluviométriques elle est de 20 km, voire 10 km dans le meilleur des cas. Quant à la densité du réseau d'observation agro-météorologique, l'OMM recommande qu'il soit représentatif des différentes régions agricoles existantes.

Force est de constater que les densités actuelles des réseaux des stations secondaires (climatologiques, agro-météorologiques et pluviométriques) sont largement inférieures aux normes de l'OMM.

3.3.3 Autres observations

L'INAMET complète son observation météorologique par des **données d'observation des satellites** météorologiques (METEOSAT / EUMETSAT) qui sont intégrés dans le Système de Télécommunication Global (GTS) (CNI Angola, 2012).

Pour les besoins de l'**observation sismique**, 04 stations sismologiques sont installées dans les provinces de Bengo (Porto Kipiri), Dundo, Lubango et Kuito. Il existe, par ailleurs, un plan pour l'expansion de ce réseau.

Actuellement, l'INAMET ne procède pas à des **observations d'altitude** (radiosondage), mais 06 stations sont prévues pour 2025.

L'Angola ne dispose pas de **radar pour l'observation hydrométéorologique**. Un tel outil est d'une utilité capitale pour la prévision et le suivi des conditions hydrométéorologiques extrêmes. Pour l'année 2025 30 stations hydrométéorologiques sont prévues.

L'INAMET ne fait pas **d'observation de météorologie marine** à l'exception de la station de Luanda qui effectue des mesures de la température de l'eau de mer. Pour l'année 2025, cependant, 16 stations sont prévues, ainsi que 10 stations mesurant la **pollution de l'air**.

Enfin, il est à noter qu'un nombre important d'observations spécifiques ne sont plus effectuées depuis l'année 1974 telles que :

- Radioactivité de l'air à Luanda, Cabinda et Lubango ;
- Concentration d'ozone à Luanda et Lubango ;
- Température de l'eau de mer dans Tiger Bay, Namibe, Sumbe, Porto Anboim, N'Zeto, Benguela, Porto Alexandre and a hydrographic ship ;
- Conditions de mer à Luanda et Namibe ;
- Échantillonnage de la pollution atmosphérique (pluies acides) à Mavinga ;
- Réseau de stations sismologiques et géomagnétisme.

3.4 Proposition de renforcement du réseau

En vue de répondre aux besoins croissants de ses usagers, l'INAMET a un besoin urgent de renforcer son réseau d'observation météorologique (CNI Angola, 2012). La CNI Angola (2012) contient une proposition d'étendre le réseau actuel à un réseau minimum de :

- 30 stations synoptiques principales,
- 150 stations secondaires et
- 164 postes pluviométriques,

distribuées sur les districts comme indiqué dans le tableau qui suit.

Tableau 10 : Proposition d'un réseau minimum de stations météorologiques (CNI Angola, 2012)

Districts	Stations principales synoptiques	Autres stations secondaires	Stations pluviométriques
Luanda	2	2	2
Cabinda	1	3	4
Benguela	2	14	20
Huila	1	25	9
Malange	1	10	7
Moxico	2	5	10
Huambo	1	11	14
Kwanza Norte	1	6	14
Kwanza Sul	3	15	20
Lunda Norte	1	7	13
Lunda Sul	1	7	13
Uige	3	5	7
Zaire	4	4	6
Bengo	1	3	4
Cunene	2	15	6
Kuando Kubango	2	5	2
Namibe	1	7	3
Bié	A	6	10
TOTAL	30	150	164

3.5 Système de gestion des données

3.5.1 Collecte des données

Les données aéronautiques sont collectées chaque heure par un observateur météo pour l'élaboration des messages aéronautiques. En revanche, les données synoptiques sont collectées chaque 3 heures pour l'élaboration des messages SYNOP. Les données agro-météorologiques et pluviométriques sont quant à elles collectées par GSM. Au niveau des stations, elles sont publiées manuellement et envoyées mensuellement à Luanda (CNI Angola, 2012).

Le tableau qui suit présente le système de télécommunications de l'INAMET pour la collecte, l'archivage et le traitement des données.

Tableau 11 : Système de télécommunications de l'INAMET (Questionnaire de l'INAMET, 2020)

Type de station	type de système de télémetrie	Quand le système a-t-il été installé ?	Est-il toujours opérationnel?	Les employés ont-ils été formés à l'utilisation du système ?	Existe-t-il un logiciel pour interroger les données ?	Existe-t-il un service ou une base de données pour archiver les données ?	Le système fonctionne-t-il bien ?
Synoptique	GPRS	2019	Oui	Besoin de plus de formation	Data Vision	Non	Oui
Agro-météorologique	GSM	2019	Oui	Besoin de plus de formation	Ecodata	Non	Oui
Hydro météorologique	-	-	-	-	-	-	-
Pluviométrique	GSM	2019	Oui	Besoin de plus de formation	Ecodata	Non	Oui

Ainsi, l'INAMET dispose depuis 2019 d'un système basique de collecte des données utilisant notamment les logiciels Data Vision et Ecodata. Par ailleurs, il est important de souligner que les stations météorologiques automatiques (SMA) ne sont pas intégrées dans un système de collecte et d'archivage des données.

L'INAMET s'appuie sur les systèmes de communication utilisés au niveau international pour accéder aux données et aux produits de l'OMM ainsi que d'autres centres internationaux dont :

- Les réseaux dédiés du WIS²⁸ (WMO Information System) ;
- Le GTS (Global Telecommunication System) qui est un réseau mondial pour la transmission des données météorologiques à partir de stations météorologiques, de satellites et de centres de prévisions météorologiques numériques ;
- L'Internet et d'autres liens du GTS (CPBD/WMO) ;
- La connexion au Hub régional de télécommunications de Pretoria (RTH), les systèmes du projet PUMA (imagerie satellitaire), SADIS (pour l'information aéronautique), ainsi qu'un Système de commutation des messages météorologiques. (CNI ANGOLA, 2012).

Par ailleurs, l'Angola n'est pas couvert par un Centre régional du WIGOS (WMO Integrated Global Observing System) (RWC), néanmoins un mécanisme national de gouvernance est en place et un accord de partenariat national WIGOS est en place pour l'intégration et le partage des données (CPBD/WMO).

3.5.2 Stockage et traitement des données

Concernant les données des stations automatiques, elles sont stockées comme des données brutes sur un support informatique. En revanche, les données des stations climatologiques classiques, agro-météorologiques et pluviométriques, sont d'abord stockées sur un support papier. Une partie de ces données est ultérieurement numérisée et sauvegardée sur support informatique.

²⁸ C'est la seule infrastructure mondiale de télécommunication dédié à la gestion des données. C'est le pilier de la stratégie de l'OMM pour la gestion et le partage des informations météorologiques, climatiques et hydriques au XXI^e siècle. Il offre une approche intégrée adaptée à tous les programmes de l'OMM pour répondre aux exigences de collecte de routine et de diffusion automatisée des données et produits observés, et autres produits par les centres et Pays membres dans le cadre des programmes de l'OMM

En fait, l'INAMET ne procède à la sauvegarde et à l'archivage que de 25 à 50 % des données observées (CPBD/WMO).

Ce faible pourcentage de sauvegarde et d'archivage des données constitue une contrainte de taille dans la production de services hydrométéorologiques/ climatiques de qualité.

Les données aéronautiques et synoptiques sont traitées dans le centre de prévision pour l'élaboration des messages aéronautiques (METAR, MET REPORT, TAF, et SPECI) et synoptiques (SYNOP) codifiées conformément aux recommandations de l'OACI et l'OMM. Ces données sont également utilisées pour la prévision journalière.

Concernant les données climatologiques, agro-météorologiques et pluviométriques, elles sont traitées manuellement au niveau de la division de climatologie. Les traitements sont basiques, ils concernent les moyennes, la comparaison à la valeur normale, aussi que le mois précédent, etc. Ces données sont ensuite enregistrées pour l'élaboration des cartes mensuelles et annuelles, pour la préparation des publications de bulletins et à d'autres fins comme par exemple des prévisions maritimes et des bulletins agrométéorologiques (ce dernier est dans la phase expérimentelle).

En fait, l'INAMET ne dispose pas d'un système, même basique, de contrôle de l'homogénéité et de la qualité des données. Pour cela, l'INAMET estime qu'il serait pertinent d'acquérir, d'ici 2025, un système de stockage, d'archivage et de sauvegarde des données collectées au niveau du réseau national d'observation météorologique.

3.5.3 Diffusion

3.5.3.1 Prévisions météorologiques

Le bulletin de prévision météorologique (24 à 72 heures) est le principal produit de l'INAMET (Tableau 12) qui est diffusé à l'ensemble de la population angolaise, essentiellement via la télévision et la radio. Cette prévision météorologique, ainsi que quelques informations supplémentaires relatives aux événements météorologiques extrêmes, sont également partagées avec le Comité National de la Protection Civile et des Pompiers (CNPC).

Cette prévision météorologique est également transmise par e-mail aux principales parties prenantes au niveau national. Un tel mode est adapté à la diffusion au niveau institutionnel mais il demeure limité pour une diffusion au niveau local pour des communautés vulnérables surtout que le réseau internet fonctionne de manière erratique. En fait, l'INAMET souhaite fournir des informations aux agriculteurs, plus particulièrement aux petites exploitations agricoles. Pour cela, il faudrait innover en mettant en place un mécanisme de diffusion adapté au contexte (GSM, radio communautaire, etc.) qui tiendrait compte de la contrainte de base, à savoir que les agriculteurs démunis sont souvent dans des régions enclavées ou l'infrastructure des télécommunications est rudimentaire (un faible signal téléphonique, un débit internet faible et un faible accès).

Les informations mensuelles sont diffusées dans le bulletin mensuel et également utilisées lors de la préparation de la prévision pour le mois suivant. Des cartes annuelles sont également produites et utilisées pour la Prévision Saisonnière Régionale.

Ne disposant pas de son propre modèle de prévision, l'INAMET s'appuie sur les modèles de centres internationaux :

- Le Global Forecast System (GFS) qui est un modèle de prévision numérique du temps du National Weather Service des États-Unis ;
- Le modèle du ECMWF²⁹ (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts).

Cette prévision météorologique basée sur des modèles globaux pourrait être améliorée par l'utilisation d'un modèle local qui soit adapté aux spécificités de l'Angola, ou – en vue des coûts importants pour la construction et la maintenance d'un tel modèle – un modèle régional pour l'Afrique Centrale qui pourrait être, par exemple, développé et maintenu par un centre régional comme l'ACMAD à Niamey ou le plus récent Centre d'Application et de Prévision Climatologique de l'Afrique Centrale (CAPC-AC) dont le siège est basé à Douala au Cameroun³⁰.

Les caractéristiques des différents types de prévisions élaborées par le centre de prévision météorologique de Luanda et mises à la disposition du public sont synthétisées dans le tableau qui suit.

²⁹ Les données du modèle du ECMWF sont destinées à une utilisation privée non commerciale. Elles sont générées à partir des données de l'ECMWF (WMO Res. 40), et peuvent être partagées gratuitement sans restriction (en mentionnant la source).

³⁰ Créé par la conférence des chefs d'Etat et de gouvernement de la CEEAC du 25 mai 2015 à N'Djamena, le CAPC-AC doit contribuer à la diffusion des prévisions météorologiques plus fiables. Plusieurs partenaires au développement appuient ce programme de la CEEAC pour la météorologie, dont l'Organisation météorologique mondiale, la Banque africaine de développement, l'Union européenne, ainsi que des organisations sœurs comme la SADC et la CEDEAO. Le CAPC-AC n'est pas opérationnel pour le moment, la continuation des activités attend la signature des statuts du centre par les Chefs d'Etat et ensuite la nomination de l'équipe dirigeante avec leur personnel. Il est probable qu'avec qu'avec le financement du FED (11^e) relatif au projet GFCS il pourra continuer ses activités.

Tableau 12 : Différents types de prévisions fournies par l'INAMET

Horizon temporel	Type de prévision	Développez-vous vous-même cette prévision avec vos propres produits ?	Quel produit climatique utilisez-vous ?	Combien de personnes ont été formées à la préparation de ce produit ?
24 heures (courte échéance)	<input type="checkbox"/> Manuel <input checked="" type="checkbox"/> Prévisions numériques du temps	<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non	<input checked="" type="checkbox"/> GFS <input type="checkbox"/> Radar <input type="checkbox"/> Aladin <input type="checkbox"/> Autre	11
48 heures (moyenne échéance)	<input type="checkbox"/> Manuel <input checked="" type="checkbox"/> Prévisions numériques du temps	<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non	<input checked="" type="checkbox"/> GFS <input type="checkbox"/> Radar <input type="checkbox"/> Aladin <input type="checkbox"/> Autre	11
Saisonnier	<input type="checkbox"/> Manuel <input checked="" type="checkbox"/> Prévisions numériques du temps	<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non	<input checked="" type="checkbox"/> GFS <input type="checkbox"/> Radar <input type="checkbox"/> Aladin <input checked="" type="checkbox"/> Autres : NOAA, ECMWF	2 3
72 heures	<input type="checkbox"/> Manuel <input checked="" type="checkbox"/> Prévisions numériques du temps	<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non	<input checked="" type="checkbox"/> GFS <input type="checkbox"/> Radar <input type="checkbox"/> Aladin <input type="checkbox"/> Autre	11

Au niveau de la qualité, l'INAMET n'est pas satisfaite de la qualité de ses prévisions météorologiques (Questionnaire de l'INAMET, 2020). En fait, même si l'INAMET a déjà exprimé son besoin de disposer d'un modèle de prévision au niveau local avec une bonne densité sur l'Angola, un tel modèle ne pourrait pas fonctionner sans des données observées, collectées, contrôlées et mise en forme en temps réel. Ceci nécessite des budgets élevés et une infrastructure appropriée.

Du fait que l'Angola soit aussi un Etat membre de la SADC (Southern African Development Community), l'INAMET participe aussi aux forums annuels SARCOF (Southern Africa Regional Climate Outlook Forums) et à leurs revues à mi-saison, dans lesquels des prévisions saisonnières pour la saison des pluies sont élaborées en consensus par les SMHN de la région SADC.

3.5.3.2 Services climatologiques

L'INAMET est la seule autorité nationale autorisée à fournir des services climatiques et il dispose pour cela d'une Unité dédiée aux activités liées au climat. L'effectif de cette unité étant réduit à une seule personne (Questionnaire de l'INAMET, 2020), les services météorologiques/climatiques fournis ne peuvent être que basiques, tels que :

- L'élaboration des messages aéronautiques (voir section 3.5.3.3) ;
- Un service d'alerte notamment à travers des prévisions météorologiques pour les événements extrêmes ;
- Un service maritime constitué par une prévision utilisant les données du Centre européen de ré-analyse (NCEP) ;
- Un bulletin agro-météorologique est produit pour la saison des pluies ;
- Des données fournies sur demande :
 - moyennes climatologiques, distribution des variables climatiques et autres,
 - Graphiques sur les niveaux de confort,

- Informations météorologiques pour les enquêtes sur les accidents,
- Certificats à plusieurs fins, y compris l'assurance etc.

Au-delà de ces services climatiques de base, les moyens matériels et humains ainsi que les compétences techniques de l'INAMET ne lui permettent pas d'élaborer des services climatiques développés et spécifiques à certaines activités de développement.

3.5.3.3 Services météorologiques dédiés à l'aviation civile

Conformément à l'annexe 3 de l'International Civil Aviation Organisation (ICAO), l'INAMET est l'autorité en charge de la fourniture de service météorologique dédié à l'aviation civile. Cependant, on constate plusieurs lacunes (CPBD/WMO) :

- L'absence d'un Système de Management de la Qualité (SMQ) pour la navigation aérienne internationale ;
- Le pourcentage de prévisionnistes aéronautiques possédant une qualification conforme au BIP-M (Basic Instruction Package for Meteorologists) est encore faible.

En fait, l'INAMET devrait accorder un intérêt particulier à ce service dans la mesure où il est actuellement le seul à avoir une valeur marchande. D'ailleurs une évaluation comparative rapide au niveau international montre que le financement de plusieurs services météorologiques dans le monde se base en grande partie sur la subvention perçue pour les services aéronautiques.

4 Inventaire des stations hydrométriques

4.1 Réseau des stations

En se référant au site de l'Institut National des Ressources Hydrauliques (INRH) le réseau d'observation hydrologique en Angola **comporte 200 stations hydrométriques dont 58 stations sont aujourd'hui fonctionnelles** (INRH, 2018).

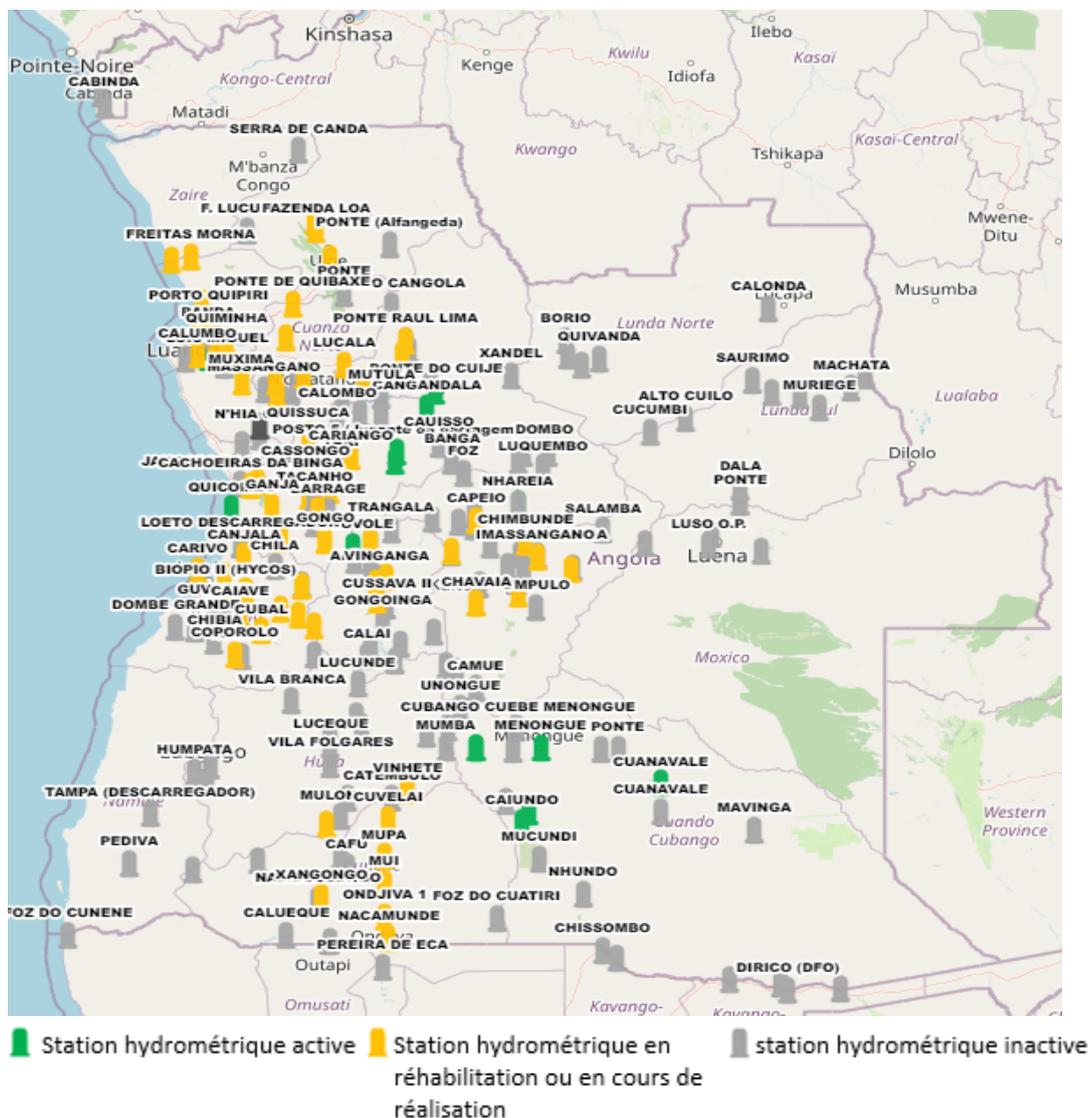


Figure 17: Répartition des stations hydrométriques sur le territoire Angolais³¹

Le tableau suivant liste les stations hydrométriques fonctionnelles, ainsi que leurs différentes propriétés. Aucune de ces stations est automatique en ce moment.

³¹ <http://www.inrh.gv.ao/portal/snrhas>

Tableau 13 : Liste des stations hydrométriques fonctionnelles (INRH, 2018)

N°	Code de station	Station hydrométrique	BV	Cours d'eau	Longitude (°)	Latitude (°)	Equipement	Date de fonctionnement	Responsable
1	601706	Ponte do Dange	Dande	Dande	13,559	-8,606	Radar RLS	26/04/2016	INRH
2	601706	Ponte Luíca	Dande	Luíca	14,602	-8,402	Radar RLS	21/04/2016	INRH
3	601701	Porto Quipiri	Dande	Dande	13,665	-8,914	Radar RLS	27/04/2016	INRH
4	601804	Cabiri I	Bengo	Bengo	13,744	-8,971	Pression PLS	22/04/2016	INRH
5	601806	Lalama	Bengo	Bengo	14,517	-8,878	Thalimedes	15/06/2016	INRH
6	601814	Quiminha	Bengo	Bengo	13,783	-8,933	Thalimedes	18/07/2016	INRH
7	601810	Fazenda Bom Jardim	Bengo	Zenza	13,558	-9,175	Pression PLS	15/06/2016	INRH
8	601950	Ponte Sta. Maria	Cuanza	Lucala	17,67	-11,994	Radar RLS	06/05/2016	INRH
9	601949	Calandula	Cuanza	Cole	15,246	-9,244	Radar RLS	06/05/2016	INRH
10	601914	Cariombo	Cuanza	Cariombo	16,872	-11,563	Thalimedes	30/04/2016	INRH
11	601931	Lucala	Cuanza	Lucala	16,9	-12,648	Thalimedes	10/05/2016	INRH
12	601902	Bom Jesus	Cuanza	Cuanza	17,475	-11,858	Thalimedes	14/05/2014	INRH
13	601930	Km 34	Cuanza	Lucala	15,883	-10,633	Radar RLS	30/04/2016	INRH
14	601953	Ponte Pinheiro Chagas	Cuanza	Lucala	14,385	-9,521	Thalimedes	28/04/2016	INRH
15	601952	Ponte Quizenga	Cuanza	Lutete	15,246	-9,273	Thalimedes	29/04/2016	INRH
16	601946	Ponte do Cuije	Cuanza	Cuije	16,4	-9,65	Radar RLS	01/02/2015	PRODEL
17	601944	Kangandala	Cuanza	Cuanza	16,4	-9,94	Radar RLS	01/02/2015	PRODEL
18	601970	Capanda (Albufeira)	Cuanza	Cuanza	15,467	-9,799	Radar RLS	01/02/2015	PRODEL
19	601970	Posto 5	Cuanza	Cuanza	15,41	-9,81	Radar RLS	01/02/2015	PRODEL
20	601929	N'Gango	Cuanza	N'gango	15,883	-10,633	Radar RLS	01/02/2015	PRODEL
21	603004	Cachoeiras da Binga	Queve	Queve	15,497	-9,494	Pression PLS	01/06/2016	INRH
22	602501	Buíá	Longa	Nhia	14,74	-9,435	Thalimedes	04/04/2016	INRH
23	601942	N'Harea	Cuanza	Cuanza	17,416	-11,233	Radar RLS	01/02/2015	PRODEL
24	601916	Capeio	Cuanza	Cunhinga	16,597	-11,939	Radar RLS	07/04/2016	INRH
25	601956	Cune	Cuanza	Cune	15,953	-10,449	Radar RLS	13/05/2016	INRH
26	603202	Quicombo	Quicombo	Quicombo	15,08	-11,051	Thalimedes	16/10/2014	INRH

N°	Code de station	Station hydrométrique	BV	Cours d'eau	Longitude (°)	Latitude (°)	Equipement	Date de fonctionnement	Responsable
27	603201	Catanda	Quicombo	Quicombo	15,05	-10,853	Pression PLS	02/06/2016	INRH
28	603003	Caiovole	Queve	Queve	15,596	-12,203	Thalimedes	19/10/2014	INRH
29	603020	Capoco	Queve	Cunhangama	15,367	-11,85	Thalimedes	12/05/2016	INRH
30	601957	Quedas	Cuanza	Cutato	14,083	-10,988	Radar RLS	14/05/2016	INRH
31	601302	Fazenda Loge	Loge	Loge	15,774	-12,284	Thalimedes	24/04/2016	INRH
32	601922	Chiumba	Cuanza	Cunje	15,66	-11,782	Thalimedes	16/06/2016	INRH
33	601905	Povoação do Cuanza	Cuanza	Cuanza	14,448	-11,735	Pression PLS	16/05/2016	INRH
34	602505	Catofe	Longa	Catofe	13,85	-11,317	Thalimedes	11/05/2016	INRH
35	603018	Vinganga	Queve	Coléle	14,713	-12,351	Radar RLS	12/05/2016	INRH
36	603001	Alto Hama	Queve	Chile	13,832	-12,3	Radar RLS	11/05/2016	INRH
37	603501	Capeco	Balombo	Balombo	14,231	-13,046	Radar RLS	12/05/2016	INRH
38	603701	Hanha (Culango)	Cubal da Hanha	Hanha	13,94	-12,77	Radar RLS	04/06/2016	INRH
39	601954	Ponte Cambândua	Cuanza	Coquema	14,407	-12,727	Thalimedes	17/05/2016	INRH
40	601920	Chavaia	Cuanza	Cuquema	13,769	-12,48	Radar RLS	09/04/2016	INRH
41	603809	Biópio II	Catumbela	Catumbela	13,74	-12,89	Pressão PLS	03/06/2016	INRH
41	603805	Caiave	Catumbela	Catumbela	13,43	-13,2	Pressão PLS		SPCB Benguela
43	603808	Lomaum	Catumbela	Catumbela	14,967	-16,738	Radar RLS	19/05/2016	INRH
44	603901	Guvrire	Cavaco	Cavaco	15,042	-14,744	Pressão PLS		SPCB Benguela
45	603804	Cubal da Hanha	Catumbela	Cubal	17,467	-15,7	Radar RLS	20/05/2016	INRH
46	604604	Carivo	Coporolo	Coporolo	17,567	-15,55	Pressão PLS		SPCB Benguela
47	637506	Cuchi	Cubango	Cuchi	16,9	-14,667	Thalimedes	13/09/2014	GABHIC
48	637517	Menongue	Cubango	Cuebe	19,2	-15,167	Thalimedes	19/08/2013	GABHIC
49	637518	Menongue	Cubango	Luahuca	17,7	-14,667	Thalimedes	19/08/2013	GABHIC
50	637503	Capico	Cubango	Cuebe	17,683	-14,667	Thalimedes	18/09/2014	GABHIC
51	637507	Cuito Cuanavale	Cubango	Cuito	13,156	-7,806	Thalimedes	12/10/2013	GABHIC

N°	Code de station	Station hydrométrique	BV	Cours d'eau	Longitude (°)	Latitude (°)	Equipement	Date de fonctionnement	Responsable
52	637501	Caiundo	Cubango	Cubango	16,841	-11,537	Thalimedes	13/10/2013	GABHIC
53	607352	Matala	Cunene	Cunene	15,898	-10,514	Radar RLS	23/05/2016	GABHIC
54	607322	Xangôngo	Cunene	Cunene	14,602	-8,402	Pressão PLS	21/05/2016	GABHIC
55	607704	Oshakanti	Cuvelai	Cuvelai	15,224	-16,728	Ecolog500	01/04/2015	SPCB Cunene
56	607705	Amhangue (Oshakani)	Cuvelai	Cuvelai	15,525	-16,869	Ecolog500	01/04/2015	SPCB Cunene
57	607706	Kafuca	Cuvelai	Cuvelai	15,702	-17,04	Ecolog500	01/04/2015	SPCB Cunene
58	607707	Okapale (Ondjiva)	Cuvelai	Cuvelai	15,94	-16,73	Ecolog500	01/04/2015	SPCB Cunene

Ainsi, seuls 11 cours d'eau appartenant à 5 bassins hydrographiques font l'objet d'un suivi régulier. A ce réseau hydrologique on pourrait ajouter les 26 barrages du pays – sous l'autorité de l'INRH également – dont les données d'exploitation peuvent servir à l'observation et mesure des eaux de surface (INRH, 2018).

4.2 Système de gestion des données

4.2.1 Collecte et traitement des données

La base de données hydrologiques de l'Institut national des ressources en eau (INRH) comprend des séries chronologiques de valeurs de niveaux hydrométriques et de mesure de débit qui s'étendent pour la plupart jusqu'en 1974, observées dans 281 stations ou sections de mesure (INRH, 2018).

Par la suite, ce nombre a été considérablement réduit, en raison de la situation sociopolitique qui a prévalu entre 1975 et 2002, rendant impossible l'exploitation du réseau hydrométrique et a contribué de manière significative à sa dégradation.

4.2.2 Stockage

Le prétraitement des données est effectué lors de la collecte des données avec le logiciel HYDRAS 3, puis celles-ci sont stockées dans la base de données principale (HYDSTRA).

4.2.3 Diffusion

Il existe un système interne d'échange de données au niveau de l'INRH dont le personnel a été formé à son utilisation. Pour l'année 2020, l'INRH a diffusé le bilan hydrologique en quelques données relatives au réseau hydrographique, aux apports des rivières et aux caractéristiques des bassins versants.

L'INRH utilise des prévisions hydrologiques quantitatives saisonnières et des systèmes régionaux (MESA, ZAMWIS, ADAPT-DB, MY Dewetra 2.0) pour la prévision des crues de rivières.

Dans le cadre de la collaboration avec les commissions de bassins transfrontaliers, l'INRH partage ses données avec la ZAMCOM (via le système ZAMWIS) et la CICOS (via le Système d'Information Hydrologique du bassin du Congo – SIH CICOS). Dans l'OKACOM, les données ne sont pas encore partagées sur une base structurelle, cependant, des moyens de le faire sont à l'étude.

5 Cadre de gestion des services hydrologiques et météorologiques

5.1 Météorologie

5.1.1 Cadre institutionnel

L'Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica (INAMET, www.inamet.gov.ao) est l'institution nationale en charge de la météorologie et de la géophysique en Angola. Elle est sous tutelle du Ministère des télécommunications, de la technologie et de l'information (Ministerio das Telecomunicacoes e Tecnologia de Informacao).

L'INAMET est structuré autour de plusieurs Unités/Divisions en charge de : i) la prévision, ii) la climatologie, iii) la maintenance, iv) la gestion des ressources humaines, v) les ressources financières et iv) la communication (Questionnaire de l'INAMET, 2020).

La figure 17, page suivante, présente l'organigramme de l'INAMET.

5.1.2 Cadre législatif

L'INAMET est une Institution publique, son cadre juridique régissant ses activités est composé par une loi organique (Estatuto organico do INAMET). Elle stipule que l'INAMET a pour mission de fournir des services météorologiques/climatiques publics (prévisions météorologiques et autres) et/ou d'autres services à l'État ou au secteur public. **En revanche, l'INAMET n'est pas autorisé à avoir des activités commerciales.**

Parallèlement, il existe un décret qui régleme les lois régissant les services météorologiques nationaux et les normes techniques aéronautiques en application en Angola ("Decreto presidencial n 230/14 de 4 de setembro").

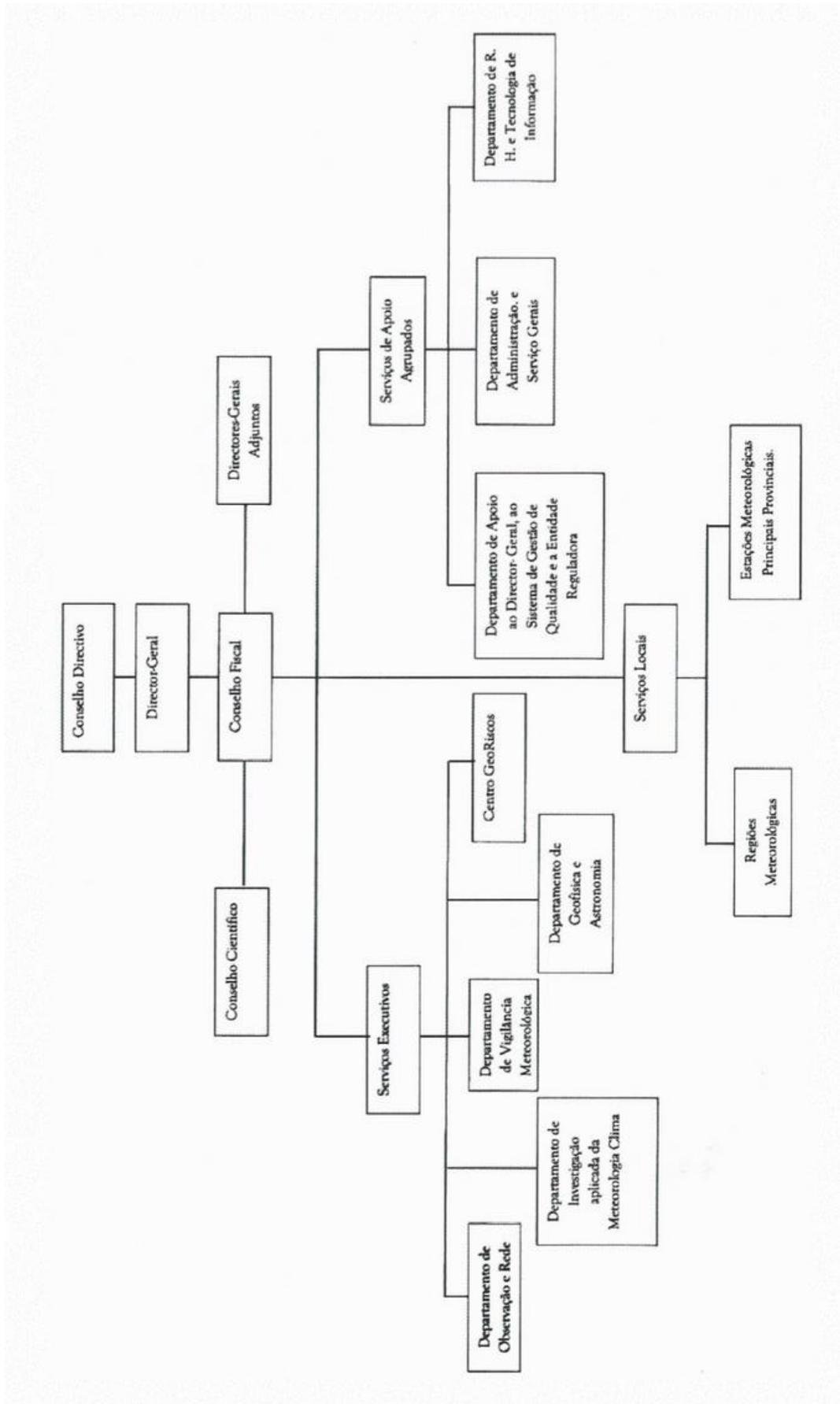


Figure 18: Organigramme de l'INAMET

5.1.3 Ressources humaines

L'effectif de l'INAMET s'élève à 91 personnes travaillant aussi bien au niveau technique qu'administratif. De ces 91 employés, 11 sont des météorologistes/prévisionnistes, 31 sont des techniciens en météorologie et 1 est climatologue comme indiqué dans le Tableau 14 (Questionnaire de l'INAMET, 2020).

Les chiffres des ressources humaines de l'INAMET mettent en exergue quelques résultats déconcertants :

- Les tâches de maintenance et de gestion informatique sont à la charge d'un seul agent. Une telle allocation du personnel ne permet en aucun cas d'assurer une maintenance même basique et minimale du réseau d'observation de même que le temps dédié à la gestion informatique sera dérisoire ;
- Une seule personne dédiée à la climatologie et au service climatique n'est pas en mesure de faciliter même la fourniture de services basiques ;
- Aucun chercheurs et aucun PhD est un indicateur du peu d'intérêt accordé à la recherche de développement au sein de l'INAMET. C'est également un indicateur d'un faible taux d'encadrement au sein de l'INAMET.

En se référant à la base de données (CPBD/WMO), on note que la pyramide des âges est tirée vers le haut. Cela est confirmé par l'entretien avec l'INAMET qui note une diminution de son effectif. Un tel résultat va dans le sens de la recommandation d'une politique de renouvellement du personnel et d'un plan d'action pour une formation continue.

Dans le questionnaire, l'INAMET a élaboré une proposition pour le renforcement de ses ressources humaines en fonction des profils ci-dessous

Tableau 14 : Ressources humaines actuelles et proposition de renforcement de l'INAMET (Source : Questionnaire de l'INAMET, 2020)

	ressources humaines actuelles	proposition de recrutement additionnel
Gestion / Finance	11	2
Météorologues / prévisionnistes	11	40
Techniciens météorologistes	31	80
Hydrologues	0	5
Techniciens en hydrologie	0	5
Climatologues / Services de climatologie	1	5
Maintenance/Informatique	1	?
Chercheurs / PhD	0	4
Equipe de RH	5	2
Communicateurs	0	2
Autres	31	10
Total	91	155

Cette proposition d'un effectif total de 246 personnes pour l'INAMET est déjà plus appropriée et plus proche des standards internationaux. Elle présente plusieurs mérites :

- 111 Techniciens météorologistes seront en mesure de gérer de manière appropriée les réseaux d'observations météorologiques de l'INAMET et d'assurer une maintenance basique ;
- 06 Climatologues notamment pour l'élaboration des services climatiques permettront à cette activité de connaître un essor important ;

- En revanche, 40 météorologues / prévisionnistes additionnels serait une proposition qui mérite d'être davantage discutée, la fiabilité et la couverture des prévisions météo dépendant davantage de la disponibilité d'outils informatiques et de data-processing performants que d'un nombre aussi important d'opérateurs dont le nombre ne pourrait pas pallier les lacunes de ces outils.

5.2 Hydrologie

5.2.1 Cadre institutionnel

L'Institut national des ressources en eau (INRH) est un organisme dépendant du Ministère de l'Energie et de l'Eau (MINEA). Le statut organique de l'INRH a été révisé et actualisé par le décret présidentiel n ° 205/14 du 15 août 2014.

L'INRH a pour mission d'assurer la mise en œuvre de la politique nationale des ressources en eau, en matière de : planification et gestion intégrées, utilisation, conservation, protection, surveillance et contrôle (article 4 du chapitre 1 du décret présidentiel Numéro 205/14 du 15 août 2014). Parmi ses tâches l'INRH est responsable de la :

- Préparation de la politique des ressources en eau, assurer sa mise en œuvre et son suivi ;
- Assurer la planification et l'ordonnancement des ressources en eau, en vue de leur utilisation efficace et durable ;
- Mettre en place les plans, programmes et projets liés au développement, préservation et valorisation et l'efficacité de l'utilisation des ressources en eau ;
- Promouvoir et mettre en œuvre le plan national des ressources en eau sur la base des plans généraux de développement et d'utilisation des ressources en eau de chaque bassin hydrographique ;
- Surveiller et évaluer les plans généraux de développement et d'utilisation des ressources en eau
- Suivre et évaluer les plans généraux de développement et l'utilisation des ressources en eau de chaque bassin hydrographique, élaboré et mis en œuvre par les bureaux de gestion des bassins versants ;
- Assurer la coordination du plan national des ressources en eau avec la planification de l'utilisation des secteurs, avec la planification de l'aménagement du territoire, avec l'aménagement des territoires des zones côtières, la planification de la gestion de l'environnement ainsi que le développement économique et social ;
- Promouvoir l'inventaire, la classification et l'enregistrement du domaine hydraulique public, à savoir les cours d'eau, lacs, lagunes, marécages, sources, réservoirs, zones estuariennes et autres plans d'eau, sur la base des plans généraux d'aménagement et d'utilisation de chaque bassin hydrographique ;
- Etablir des règles, directives, procédures et recommandations pour les bureaux de gestion des bassins versants relatives à l'inventaire, à la classification, à l'enregistrement, à la protection, à la surveillance et au contrôle des ressources en eau ainsi qu'à la réalisation et au suivi d'études d'impact environnemental ;
- Coordonner au niveau national l'élaboration de plans de planifications des réservoirs ;
- Coordonner au niveau national les plans de sécurité des barrages ;
- Autoriser les restrictions d'utilisation des ressources en eau dans certaines zones (ainsi que dans les zones de danger d'épuisement) de dégradation ou contamination, ainsi que pour la détermination des limites admissibles pour l'utilisation des ressources, sous l'observation les termes de législations avec les bureaux de gestion des bassins versants ;
- Promouvoir et évaluer la construction des infrastructures hydrauliques par sa nature ou sa dimension lorsqu'il dépasse la compétence du bureau de gestion des bassins versants.

Parmi les Services exécutifs de l'Institut, c'est le Département de la Planification des Ressources en eau et de l'Hydrologie qui est chargé « d'effectuer la collecte, le traitement et la diffusion des données hydrologiques », selon l'alinéa 2.f) de l'article 17 de la section V du décret présidentiel numéro 205/14 du 15 août 2014.

La législation actuelle prévoit la création de directions régionales et de bureaux administratifs des bassins versants pour la gestion des ressources en eau en Angola, assumant les fonctions les plus opérationnelles de gestion des ressources en eau, telles que l'attribution des titres d'utilisation, l'application du régime économique et financier, la mise à jour du registre dans son domaine de compétence, la conservation du réseau hydrographique, la gestion des impacts et des risques environnementaux et la relation directe avec les utilisateurs. Conformément à l'article 118 du Règlement d'usage général des ressources en eau, il incombe à l'INRH d'assurer la planification et la gestion des ressources en eau au niveau des bassins hydrographiques, y compris par la création et l'installation effective des organes de gestion des bassins versants (OABH).

Actuellement, seul l'Office de Gestion du Bassin Hydrographique de Rio Cunene « GABHIC » est mis en place ; il s'occupe de la gestion intégrée des ressources en eau dans le bassin hydrographique des rivières Cunene, Cubango et Cuvelai. L'INRH prévoit la création des directions régionales suivantes : Direction régionale du nord (ville d'Uíge), Direction régionale de l'est (ville de Luena), Direction régionale du centre (ville de Benguela ou ville de Huambo).

5.2.2 Cadre législatif

Créé en 2010 par le décret présidentiel n° 253/10 du 16 novembre 2010, l'INRH a vu ses statuts révisés en vertu du décret présidentiel n° 205/14 du 15 août 2014. L'INRH est « une personne morale du secteur public, disposant de l'autonomie administrative, financière et patrimoniale ».

5.2.3 Ressources humaines

Le nombre total du personnel effectif est de 11, dont 6 hommes et 5 femmes qui couvrent les secteurs suivants :

- 3 employés en Gestion/Management ;
- 1 hydrologue ;
- 4 personnels de soutien ;
- 3 autres acteurs.

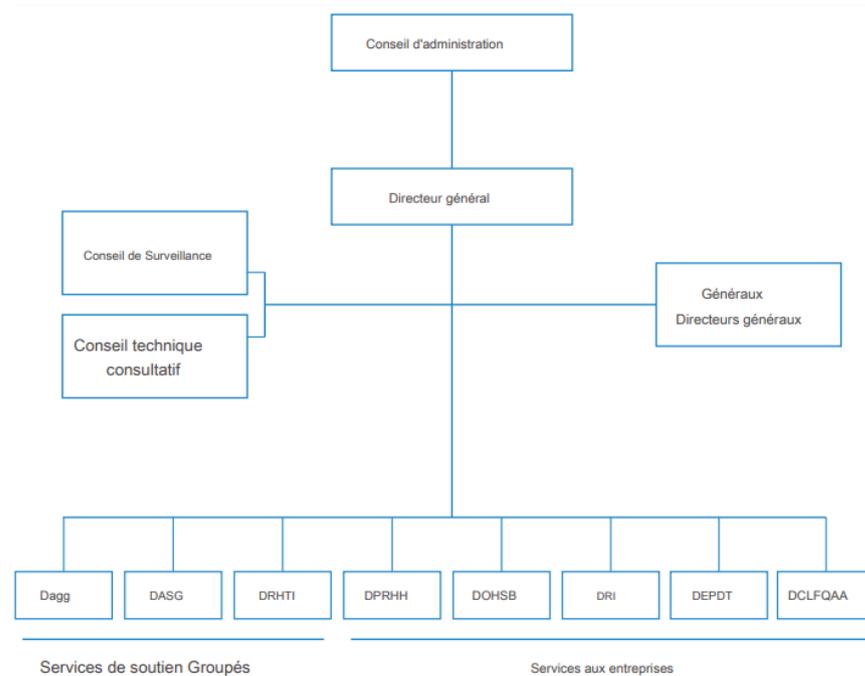
Huit employés ont des diplômes universitaires et huit parmi eux sont âgés de plus de 40 ans, aucun de moins de 30 ans.

La figure de la page suivante montre l'organigramme de l'INRH. Devant la faiblesse de l'effectif des employés, il est légitime de se poser les questions :

- Dans quelle mesure sont pourvues toutes les fonctions prévues par cet organigramme ? et
- Quelle est la capacité de l'INRH à remplir toutes les missions qui lui sont affectées ?

L'INRH est donc loin de remplir les missions supposées par son organigramme.

Figure 19: Organigramme de l'INRH ³²



DADG - Département d'appui au Directeur général

DASG - Département de l'administration et des services

DRHTI – Département des Ressources humaines et technologies de l'information

DPRHH - Département de la planification des ressources en eau et de l'hydrologie

DOHSB – Département des Ouvrages hydrauliques et de la sécurité des barrages

DRI - Département des fleuves internationaux

DEPDT - Département des projets de recherche et de développement technologique

DCLFQAA - Département de l'enregistrement, les licences, l'inspection, la qualité de l'eau et l'environnement.

5.3 Réduction des catastrophes naturelles

5.3.1 Identification des problèmes d'origine hydrologique ou météorologique

En Angola, les problèmes d'origine hydrologique ou météorologique en matière de catastrophes naturelles sont :

- Les sécheresses (surtout dans le sud-ouest, dans les provinces de Cunene, Namibe et Huila)
- Les inondations dues à de fortes pluies, et glissements de terrain (surtout dans la province Cunene)
- Les tempêtes subites (surtout dans le nord-ouest, dans les provinces Luanda et Uige)

5.3.2 Coordination des activités

Au niveau national, la coordination des activités de réduction des risques de catastrophes (RRC) se fait par un Comité national appuyé par une plateforme composée de ministères, d'agences et d'autres parties prenantes aux niveaux national et sous-national. L'INAMET ainsi que l'INRH sont des membres de ce comité national ainsi que de cette plateforme, dans ce cadre il transmet les avertissements au format CAP (Common Alert Protocol).

³² <http://www.inrh.gv.ao/docs/orq-servcentrais>

L'INAMET estime par ailleurs que les informations et les évaluations sur les risques de catastrophe sont accessibles, compréhensibles, utilisables et pertinentes et sont à la disposition des populations aux niveaux national et local. Un tel constat nécessiterait d'être confirmé par des enquêtes de terrain.

Parallèlement, l'INAMET s'est engagé dans (CPBD/WMO) :

- L'évaluation des performances de la plateforme nationale du MHEWS / DRR ;
- La valorisation des retours et des leçons apprises pour améliorer le MHEWS ;
- La mise en œuvre d'un Système de Management de la Qualité (SMQ) pour les services d'alerte ;
- La formation et l'évaluation du personnel sur les cadres d'évaluation des compétences de l'OMM
- Le fait que le personnel de l'INAMET affecté à la prestation de services ait terminé avec succès le programme d'enseignement de base pour les météorologues (BIP-M).

Ainsi, l'INAMET compte avoir de l'aide pour produire des cartes des risques d'inondation pour toutes les provinces. L'INAMET pourrait apporter quelques données locales, bien que beaucoup ait été perdu pendant la guerre civile (1975-2002).

5.3.3 Systèmes d'alerte précoce

Les SMHN de l'Angola ne disposent pas encore de *systèmes* d'alertes précoces dans le sens technique du terme. Cependant, l'INAMET lance des alertes vers le Comité National de la Protection Civile et des Pompiers notamment à travers des prévisions météorologiques pour les événements de pluies extrêmes.

Il n'y a pas non plus de mécanisme permettant l'utilisation des informations sur les risques liés aux crues, à l'exposition et à la vulnérabilité pour effectuer des évaluations des risques d'inondations/sécheresse à l'échelle nationale, provinciale et régionale. De plus, l'Angola ne dispose pas de systèmes de surveillance et de prévision des aléas multiples qui se produisent simultanément ou cumulativement dans le temps.

5.4 Activités des SHMN dans des programmes de développement

Plusieurs Décrets présidentiels sont susceptibles de renforcer le dispositif réglementaire favorisant les contributions respectives de l'INAMET et de l'INRH aux stratégies, aux programmes et aux plans nationaux de développement :

- Décret présidentiel numéro. 10/12 crée par le comité national sur le changement climatique et la biodiversité ;
- Décret présidentiel numéro. 46/14 approuvant un programme national d'action de lutte contre la désertification ;
- Décret présidentiel numéro. 30/16 approuvant le plan stratégique pour la prévention et la réduction des risques des catastrophes ;
- Décret présidentiel numéro. 126/17 approuvant le plan national d'eau ;
- Décrets présidentiels numéro. 17/14 et 92/18 à l'institution nationale de météorologie et géophysique (INAMET) ;
- Décret présidentiel numéro. 29/16 approuvant le plan national pour la préparation, la résistance et le rétablissement d'une catastrophe naturelle.

Par ailleurs, le CNPC est l'organisme chargé de prendre les précautions/mesures préventives pour la population lorsque cela est nécessaire. C'est également l'organisme qui diffuse les alertes à la population en plus de la radio et de la télévision.

6 Aspects économiques et financiers des services hydrologiques et météorologiques

6.1 Financement du secteur météorologique

Le budget annuel de l'INAMET est de l'ordre de 660 000 Euros/an (Questionnaire de l'INAMET, 2020). Il est basé essentiellement sur la contribution de l'Etat à travers les principales sources de financement et de recouvrement des coûts (par exemple, pour la fourniture de services aériens).

Ce budget disponible ne couvre que partiellement les besoins de l'INAMET ; dans le meilleur des cas, il ne suffit que pour environ 75% des besoins. Quant à la tendance budgétaire durant les 3 à 5 dernières années, elle se base de plus en plus sur les agences nationales utilisatrices des données comme premières sources de financement pour l'amélioration des infrastructures hydrométéorologiques.

Par ailleurs, un plan de développement stratégique (Plano de Desenvolvimento Estrategico, PDE, 2014-2020) a été mis en place pour l'INAMET. Dans le cadre de ce PDE, l'INAMET dispose d'un projet pour sa modernisation ainsi que d'un financement public qui lui a été déjà alloué et qui est en train d'exécution (voir section 6.3 pour plus de détails). Ce projet permet à l'INAMET de réaliser un saut aussi bien quantitatif que qualitatif.

En outre, durant les dix dernières années l'INAMET a bénéficié de plusieurs financements multilatéraux et/ou bilatéraux dans le domaine du changement climatique dans le but d'améliorer la résilience et les capacités d'adaptation des communautés vulnérables au changement climatique (USAID, 2018). Si l'INAMET n'a pas profité de manière appropriée de ces financements, c'est notamment à cause de l'absence

- D'un réseau minimum d'observations hydrométéorologiques ;
- De capacités de collecte et de traitement des données ;
- De modèles et des outils performants pour élaborer des services hydrométéorologiques et climatiques pour répondre aux besoins de ces projets.

L'actuel projet est pertinent à plus d'un titre dans la mesure où il comble ces fonctions de bases qui étaient largement en dessous des normes internationales.

6.2 Financement du secteur hydrologique (et hydrogéologique)

L'INRH est doté d'une autonomie financière en vertu de l'article 1 du chapitre 1 du décret présidentiel n° 205/14 du 15 août 2014. Toutefois, le chapitre III sur la gestion financière et patrimoniale du même décret traduit cette autonomie financière en sa « capacité de collecter des recettes propres pour faire face, au 1/3, aux dépenses de son activité ». L'INRH reste donc tributaire pour les autres 2/3 du budget de l'Etat.

Les recettes qu'il incombe à l'INRH de collecter directement sont :

- Dotations et crédits du budget général de l'Etat ;
- Taxes résultant de l'application du régime économique et financier des ressources hydriques ;
- Contributions des Offices de Gestion des Bassins Hydrographiques ;
- Contributions des entités gestionnaires, aux charges d'exploitation des projets multifonctionnels gérés par l'Institut ;
- Partie des amendes infligées en vertu du Règlement d'usage général des ressources en eau ;

- Recettes provenant des travaux et services fournis par l'INRH, ainsi que des études, publications et autres éditions ;
- Revenus des actifs propres ou de leur hypothèque.

Le budget annuel total de l'INRH est 150 951 euros/an, le budget alloué à l'investissement représente 23,9% de la totalité. La principale source de financement est le Gouvernement. L'INRH bénéficie par ailleurs de l'appui technique et financier d'organisations internationales et bilatérales (voir tableau 15), notamment la Banque Mondiale et l'Agence Française de Développement.

L'INRH bénéficie par exemple d'accords de prêts à l'Etat avec des bailleurs de fonds ou d'allocations du Budget de l'Etat pour le financement des projets hydrauliques pour la lutte contre la sécheresse pour la Province de Cunene. Dans le cadre de ces projets, certains ouvrages et/ou équipements bénéficient à l'INRH. Le tableau ci-dessous illustre ces projets et leurs différentes parties prenantes.

Tableau 15 : Projets à venir dans le secteur de l'eau en Angola

Nom du projet	Durée	Thème et domaines d'intervention	Source de Financement	Montant du Financement (USD)	Acteurs impliqués
PDISA II	3 ans	Ressources en eau	Budget Général de l'Etat BM AFD	35 200 000	Gouvernement central d'Angola ; BM ; AFD.
Projecto 1, Lote 1 – Construção da Captação no Rio Cunene, Sistema de Bombagem, Conduta Pressurizada, Canal Aberto a partir de Cafú até Cuamato e 10 Chimpacas		Lutte contre la sécheresse / Province de Cunene	Budget Général de l'Etat	65 701 274	Ministère de l'Energie et de l'Eau ; Gouvernement provincial de Cunene.
Projecto 1, Lote 2 – Construção do Canal Adutor a Partir de Cuamato até Dombondola e de Cuamato até Namacunde e 20 Chimpacas		Lutte contre la sécheresse / Province de Cunene	Budget Général de l'Etat	70 047 099	Ministère de l'Energie et de l'Eau ; Gouvernement provincial de Cunene.
Projecto 2, Lote 3 – Construção da Barragem 128 (Calucuve)		Lutte contre la sécheresse / Province de Cunene	Budget Général de l'Etat	177 038 972	Ministère de l'Energie et de l'Eau ; Gouvernement provincial de Cunene.
Projecto 2, Lote 4 – Construção de Canal Adutor a Partir de Mupa até Ondjiva e 44 Chimpacas		Lutte contre la sécheresse / Province de Cunene	Budget Général de l'Etat	62 948 482	Ministère de l'Energie et de l'Eau ; Gouvernement provincial de Cunene.
Projecto 3, Lote 5 – Construção da Barragem do Ndúe (71)		Lutte contre la sécheresse / Province de Cunene	Budget Général de l'Etat	192 055 754	Ministère de l'Energie et de l'Eau ;

					Gouvernement provincial de Cunene.
Projecto 3, Lote 6 – Construção do Canal Aduator associada a Barragem 71 (Ndúe) a partir de Ndúe até Embundo e 15 Chimpacas.		Lutte contre la sécheresse / Province de Cunene	Budget Général de l'Etat	68 677 857	Ministère de l'Energie et de l'Eau ; Gouvernement provincial de Cunene.

De plus, à l'instar de l'INAMET, l'INRH a défini un programme stratégique pour sa modernisation, mais son financement n'est pas encore complet (voir section 6.4).

6.3 Projet de Modernisation de l'INAMET

6.3.1 Contexte du projet

En 2011, l'INAMET avec le soutien de son ministère de tutelle (MTTI, Ministère des Télécommunications et Technologie de l'Information), a élaboré un Plan Stratégique de Développement (« Plano de Desenvolvimento Estrategico » - PDE, 2015-2022). Ce PDE a été approuvé en Conseil des Ministres durant l'été 2013.

Dans le cadre d'un protocole d'accord signé l'été 2013, un projet de modernisation clé-en-main permettant à l'INAMET de mettre en œuvre les objectifs de développement mentionnés au PDE a été mis en place. Ce projet a ensuite rejoint la liste des projets du partenariat stratégique tissé entre la France et l'Angola fin 2014, avant d'être validé entre les présidents français et angolais en 2015.

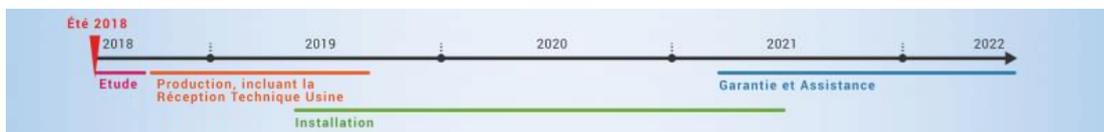
Un contrat de collaboration INAMET / MFI ³³ a été signé en juillet 2017, puis validé par Décret Présidentiel en avril 2018. Il permet la réalisation de la première phase de la mise en œuvre du PDE sur 3 ans. MFI intervient dans le projet en tant qu'intégrateur clés-en-main conformément aux objectifs suivants :

- Le renforcement du réseau d'observation, par le déploiement de 52 stations automatiques (synoptiques, méso-échelle et hydrologiques), 8 systèmes AWOS (Aviation Weather Observation system), et 3 stations de radiosondage, un réseau régional de détection de foudre et un radar météorologique.
- Le déploiement au siège de l'INAMET d'un système d'information complet et intégré permettant d'adresser l'ensemble des besoins d'un service météorologique moderne en termes de télécommunications, de collecte et traitement de données, de prévision et de développement d'alertes et autres services climatiques.
- Le développement de 4 projets applicatifs pour les domaines suivants : agriculture, hydrologie, exploitation pétrolière et sismologie.
- La mise en œuvre de services d'accompagnement comprenant la conduite du changement, la formation spécialisée des personnels, l'intégration système, la réalisation des infrastructures nécessaires aux projets techniques et le support technique sur 18 mois.

Ci-après le chronogramme de mise en œuvre de ce contrat ³⁴ :

³³ <http://www.mfi.fr/fr/reference/angola-projet-de-modernisation-de-l-inamet.php>

³⁴ idem



Le projet a été officiellement lancé lors d'une réunion inaugurale organisée à Luanda le 8 décembre 2018. Depuis le projet a progressé dans de nombreux domaines, notamment les audits sur site, l'ingénierie usine des équipements, la formation et les travaux d'infrastructures locaux. Il était attendu courant du premier trimestre 2020 l'expédition en Angola de l'ensemble des équipements (hardware, d'observation, etc.), mais ceci a été ralenti et différé en raison des contraintes imposées par le Covid-19.

6.3.2 Bénéfices du projet

Pour l'INAMET :

Le projet permettra de renforcer les réseaux d'observation ainsi que la mise en place d'un système d'information intégrée permettant le suivi climatique et la création de services à valeur ajoutée. Ainsi, il habilitera la montée en compétence de l'INAMET grâce à un Plan de Formation appropriée (formation initiale & permanente).

Pour l'Angola :

Ce projet fournira une meilleure protection des populations grâce à la mise en œuvre d'un système d'alertes météorologiques et climatiques intégré. Il fournira également une meilleure prévention contre les inondations et les crises sanitaires (malaria, fièvre jaune) et une assistance à la sécurité de l'exploration et l'exploitation pétrolière offshore. Ainsi il assurera la sécurité des transports (aviation, marine) et une assistance au développement des énergies renouvelables. Il constituera un lien avec l'objectif national d'autosuffisance alimentaire au travers du projet applicatif agricole et il contribuera à la mise en œuvre de l'Accord de Paris.

En annexe A figure la fiche de ce projet.

6.4 Programme stratégique d'extension du réseau hydrométrique national

En décembre 2018 a été élaboré pour le compte de l'INRH un Programme stratégique d'extension du réseau hydrométrique de l'Angola (voir Annexe D). L'objectif était une mise de ce réseau aux normes de l'OMM en termes de densité du réseau de stations hydrométriques et de leur représentativité des bassins versants qu'elles contrôlent. Une analyse multicritère a été développée tenant compte, entre autres, des utilisations de la ressource en eau de chaque bassin versant, de la nécessité d'avoir une continuité historique des enregistrements hydrométriques, de la mobilisation des ressources en eau par rapport à l'urgence de satisfaire les besoins de la population et du développement économique, de l'accessibilité des sites des stations envisagés. L'analyse a abouti à un programme décliné en 6 étapes :

- 1) **ETAPE 1** – Reconstruction des stations hydrométriques vandalisées ;
- 2) **ETAPE 2** – Construction de trois stations hydrométriques et de cinq échelles limnométriques sur le Bassin Hydrographique de rio Cuvelai, en recourant à un financement du PNUD ;
- 3) **ETAPE 3** – Réhabilitation/Construction de 21 stations hydrométriques sur fonds du Programme d'Investissement Public (PIP) ;
- 4) **ETAPE 4** – Réhabilitation/Construction de 23 stations hydrométriques principales/prioritaires (Phase I) ;
- 5) **ETAPE 5** – Réhabilitation/Construction de 17 stations hydrométriques principales (Phase II) ;
- 6) **ETAPE 6** – Réhabilitation/Construction de 26 stations hydrométriques secondaires (Phase III).

A l'aboutissement de ce programme, l'Angola disposera d'un réseau formé de 155 stations hydrométriques modernes, soit quasiment le triple de l'effectif actuel en fonctionnement (voir figure ci-après).

L'étude note toutefois que le développement des étapes 4 à 6 dépendra de l'opérationnalisation effective des organismes de gestion des bassins hydrographiques OABH aux sièges de Luena, Ondjiva et Benguela. Mis à part l'investissement CAPEX qui reste à rechercher, l'étude mentionne aussi que pour les dépenses OPEX d'exploitation et de maintenance (O&M), les ressources humaines et financières ne doivent pas dépendre de financements extérieurs et que le niveau de formation des hydromètres doit être renforcé. Ce budget O&M est estimé annuellement à 290.000 € quand tout le programme sera achevé.

C'est dire à quel point dépendra la mise à niveau du réseau hydrométrique de préalables mises à niveau d'ordre organisationnel, financier et relatif aux ressources humaines.

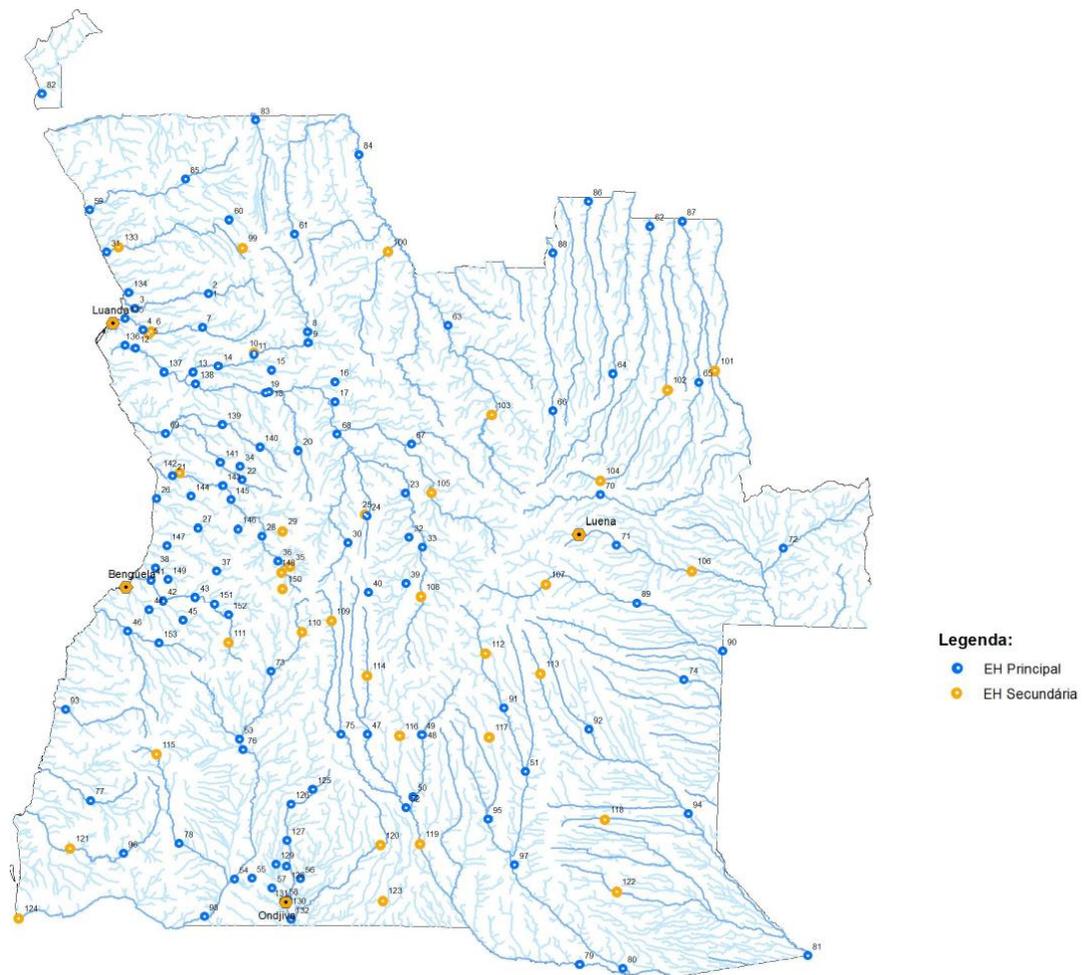


Figure 20 : Réseau hydrométrique national programmé (INRH, 2018b)

7 Education, recherche, et promotion des métiers de la météorologie et de l'hydrologie

Les domaines nécessitant une formation du personnel de l'INAMET et de l'INRH sont les suivants :

- I. la météo aéronautique,
- II. l'agro-météorologie,
- III. la prévision météorologique,
- IV. L'instrumentation,
- V. L'hydrologie et l'hydrogéologie

Dans le questionnaire de l'INAMET (2020), il est noté que seul 08 météorologistes ont bénéficié d'une formation durant les dernières années. Il est également précisé qu'il y a un besoin de formation continue dans le domaine de la prévision météorologique et de la modélisation.

Au niveau national, il y a certaines institutions qui offrent une formation, l'Université Agostinho Neto (un cours de météorologie) ainsi que l'Université fédérale d'Alagoas (UFAL). Au niveau international et régional, des centres de formation tels que le JRC, institution de l'UE basée à Ispra, l'ACMAD-Niger, la SADC ont été quelquefois sollicités pour faire bénéficier du personnel angolais de certaines sessions de formation (notamment auprès de ACMAD en 2018 et de MFI en 2019).

8 Inventaire des problèmes

8.1 Sur le plan législatif

Il n'y a pas de problème majeur au niveau du dispositif législatif qui comprend notamment : i) une loi organique (Estatuto organico do INAMET) qui régit les activités de l'INAMET, ii) une loi qui réglemente les services météorologiques nationaux et les normes techniques aéronautiques ("Decreto presidencial n 230/14 de 4 de setembro") et iii) un décret présidentiel qui définit l'INRH comme « une personne morale du secteur public, disposant de l'autonomie administrative, financière et patrimoniale ».

En revanche, le problème majeur réside dans l'applicabilité de ces lois dans la mesure où l'INAMET n'a pas les moyens humains et financiers nécessaires pour remplir ses missions. De même, l'INAMET n'a aucune perspective pour développer des services météorologiques/ climatiques payants dans la mesure où la loi organique qui régit ses activités ne l'autorise pas à avoir des activités commerciales.

8.2 Sur le plan institutionnel

La coordination est laborieuse et difficile entre l'INAMET en charge de la gestion des affaires de la météorologie et l'INRH en charge de la gestion des ressources en eau, dans la mesure où : i) ils sont sous la tutelle de Ministères différents, et ii) il n'existe pas de mécanisme de coordination effectif entre les deux institutions.

D'un autre côté, on note l'existence de plusieurs Décrets présidentiels susceptibles de renforcer ce dispositif réglementaire et de favoriser la contribution de l'INAMET et l'INRH aux programmes nationaux de développement (lutte contre la désertification ; prévention et la réduction des risques des catastrophes ; le plan national d'eau ; la préparation, la résilience et le relèvement post catastrophe naturelle). En revanche, le problème majeur réside également dans l'applicabilité de ces stratégies, programmes et plans.

8.3 Sur le plan technique

8.3.1 Des capacités d'observation en deçà des normes internationales

Les capacités d'observation hydrométéorologiques de l'INAMEET et de l'INRH souffrent de plusieurs lacunes et insuffisances en raison de :

- Un réseau d'observation peu dense et non conforme aux standards de l'OMM ;
- Un réseau vétuste et (surtout en matière de l'hydrologie) peu automatisé qui traduit un retard technologique ;
- Une maintenance laborieuse qui se fait plutôt de manière curative que préventive ;
- Un étalonnage et un suivi irrégulier des équipements

D'ailleurs, il y a eu une forte dégradation du réseau d'observation météorologique des institutions entre 1974 et aujourd'hui, due à la guerre civile. L'observation satellitaire, l'observation en altitude, l'observation radar, l'observation marine, l'observation de la pollution et autres, sont autant d'observations complémentaires aux observations météorologiques qui ne sont plus effectuées progressivement depuis 1974.

8.3.2 **Faible niveau d'automatisation du réseau**

Le réseau d'observation hydrométéorologique et hydrologique de l'Angola se caractérise par son faible niveau d'automatisation très en deçà des standards internationaux. Ceci est dû d'une part au coût d'acquisition des équipements et d'autre part à la formation des observateurs et à l'absence d'une culture de maintenance.

8.3.3 **Des capacités de collecte, de traitement de sauvegarde des données très limité**

L'INAMET dispose d'un système de télécommunication basique structuré autour de quelques logiciels (Data Vision et Ecodata) se traduisant par une collecte des données se faisant de manière partielle et irrégulière.

D'un autre côté, on note l'absence d'un système de stockage, d'archivage et de sauvegarde des données collectées au niveau du réseau national d'observation hydrométéorologique, les capacités nationales dans ces domaines demeurent limitées (CNI, 2012 et CPBD/WMO).

L'INRH a récemment introduit des logiciels dédiés pour le prétraitement et stockage des données.

8.3.4 **Des capacités de prévisions météorologiques et hydrologiques modestes :**

En matière de prévision météorologique courte à moyenne échéance (24 à 72 heures), l'INAMET ne dispose pas de son propre modèle de prévision adapté aux conditions de l'Angola. Pour ce faire, il se base sur les modèles régionaux des centres internationaux comme le GFS et l'ECMWF. Au niveau technique, cela constitue un retard certain par rapport aux standards internationaux se traduisant par une prévision météorologique de qualité et de fiabilité limitées. Cependant, pour un service avec des ressources humaines et techniques limités ceci est une bonne première étape.

8.3.5 **Absence de Services météorologiques/climatiques développés**

Compte tenu de ses capacités d'observation, de traitement et de prévisions modestes, l'INAMET et l'INRH fournissent quelques services météorologiques/climatologiques et hydrologiques basiques mais ne sont pas en mesure d'élaborer des services climatiques développés.

8.3.6 **Absence de modes de diffusion des produits météorologiques appropriés**

Le seul mode de diffusion utilisé par l'INAMET est l'e-mail. Un tel mode est adapté à la diffusion au niveau institutionnel néanmoins, il demeure limité pour une diffusion au niveau local pour des communautés vulnérables.

8.4 **Sur le plan des ressources humaines**

Le problème des ressources humaines est crucial dans la mesure où l'effectif actuel ne permet pas une gestion, même basique, des réseaux hydrométéorologiques de l'INAMET et de l'INRH, du moins ce qu'il en reste.

De plus le personnel est vieillissant alors que le renouvellement n'est pas du tout évident aussi bien en termes de jeunes de qualité à former que des moyens nécessaires à cette formation.

Au niveau de l'observation météorologique, les stations synoptiques sont dépourvues, souvent tenues par un seul individu qui joue le rôle de chef de centre.

Le taux d'encadrement est très faible alors que la formation des météorologues comme hydrauliciens (BAC+ 5) fait crucialement défaut.

Le service météorologique dédié à l'aviation civile est le seul susceptible d'avoir une valeur commerciale néanmoins il présente plusieurs lacunes notamment en termes d'absence d'un SMQ et d'un faible pourcentage de prévisionnistes aéronautiques possédant une qualification appropriée.

En résumé, il y a une insuffisance des cadres qualifiés, un manque de formation et de recrutement programmés, faute de politique bien définie des carrières dans l'hydrométéorologie.

8.5 Sur le plan financier

Le budget annuel de l'INAMET, provenant de l'Etat angolais, est de l'ordre de 660.000 Euros/an. Il est insuffisant et ne couvre que partiellement les besoins de l'INAMET, estimé à hauteur de 75 % dans le meilleur des cas.

Tant que l'INAMET et l'INRH ne disposeront pas du budget nécessaire à leurs fonctionnements, ils ne seront pas en mesure de remplir leurs missions. En fait, il s'emblerait qu'il y ait un désengagement de l'Etat vis-à-vis de l'hydrométéorologie qui ne figurerait pas parmi ses priorités.

Les équipements des réseaux d'observation hydrométéorologique ont été généralement acquis grâce à des appuis financiers dans le cadre de projets. Le problème qui se pose est que l'INAMET et l'INRH ne sont pas en mesure d'assurer le renouvellement et la pérennité de ces équipements.

Par ailleurs, la loi organique régissant les activités de l'INAMET ne l'autorise pas à avoir des activités commerciales. Une telle contrainte au niveau réglementaire ne favorise pas l'INAMET à prendre des initiatives en termes de développement de services climatiques susceptibles d'avoir une valeur commerciale notamment auprès des privés.

8.6 Sur le plan de l'éducation

Les institutions de formation aussi bien au niveau national (l'Université Agostinho Neto, l'Université fédérale d'Alagoas (UFAL), etc.) que régional ou international (JRC, ACMAD-Niger, SADC etc.) ne sont que conjonctuellement sollicité par l'INAMET et l'INRH.

Les domaines, par ordre de priorité, nécessitant une formation du personnel sont les suivants (CPBD/WMO) : i) la météo-aéronautique, ii) l'agro-météorologie, iii) la prévision météorologique, iv) l'instrumentation, v) l'hydrologie et l'hydrogéologie

Par ailleurs, la formation des météorologistes et des hydrologistes (BAC+ 5, classe I de l'OMM) présente un dilemme :

- D'une part, très peu d'étudiants répondent au niveau scientifique exigé, et ;
- D'autre part, ceux qui réussissent ces formations trouvent les salaires en vigueur aux SNH peu attractifs et s'orientent vers d'autres carrières.

8.7 Synthèse des problèmes majeurs

Les problèmes majeurs que rencontrent les activités hydrométéorologiques en Angola sont synthétisés dans le tableau qui suit :

Tableau 16: Problèmes majeurs rencontrés en matière hydrométéorologique en Angola.

N°	Problèmes	Causes probables
1	Insuffisance flagrante des ressources humaines aussi bien en termes quantitatif que qualitatif.	Absence d'une politique de renouvellement du personnel et de sa formation ; Absence d'une politique de plan de carrières et d'opportunités dans les domaines d'hydrométéorologie.
2	Insuffisances de ressources financières étatiques allouées de manière régulière aux activités de l'hydrométéorologie	L'hydrométéorologie ne fait pas partie des priorités de l'Etat angolais ; Les décideurs publics ne sont pas suffisamment sensibilisés à la contribution potentielle de l'hydrométéorologie au processus de développement.
3	Une observation météorologique non conforme aux normes de l'OMM ainsi que des capacités de collectes, de traitement et d'archivage des données très limitées	Des investissements dérisoires dans ces domaines ; Un personnel limité en nombre et en compétence ; Une incapacité à préserver et à sauvegarder les équipements acquis dans le cadre de projets du vandalisme.
4	Une incapacité chronique à préserver et à sauvegarder les équipements d'observation hydrométéorologique du vandalisme	Absence d'une culture et de moyens pour la maintenance du réseau ainsi qu'un personnel limité en matière gestion du réseau ; Une situation sécuritaire parfois instable ;
5	Des capacités techniques limités pour l'élaboration d'une prévision météorologique fiable ainsi que des services hydrométéorologiques/ climatiques de qualité acceptable.	Les défaillances en matière de génération de données hydrométéorologique de qualité ; Le faible niveau technique du personnel ; L'absence d'outils appropriés.

9 Analyse SWOT

L'analyse SWOT est un exercice participatif qui rassemble toutes les parties prenantes dans le domaine hydrométéorologique. Cependant, la conjoncture sanitaire (Covid-19) a empêché l'équipe d'experts de se déplacer en Angola et d'organiser cet exercice de manière participative. A défaut de cela, il est proposé dans ce qui suit un exercice SWOT réalisé sur la base des informations recueillies et d'avis d'experts.

9.1 Forces

- L'INAMET dispose d'un Plan Stratégique de Développement (« Plano de Desenvolvimento Estrategico » - PDE, 2015-2022) qui a été approuvé en Conseil des Ministres durant l'été 2013.
- L'INRH dispose également d'un Programme Stratégique d'Extension du Réseau Hydrométrique élaboré en décembre 2018.
- L'Angola dispose d'un dispositif juridique et réglementaire exhaustif régissant l'ensemble des activités hydrométéorologiques.
- Il existe un cadre de concertation à travers plusieurs Décrets présidentiels régissant la contribution de l'INAMET/INRH aux programmes nationaux de développement (lutte contre la désertification ; prévention et RRC ; le plan national d'eau ; etc.) ;
- L'INAMET et l'INRH sont des membres du comité national et de la plateforme coordonnant les activités de RRC en Angola.
- Le CNPC joue un rôle important en matière de précautions et/ou de mesures préventives en diffusant des alertes hydrométéorologiques à la population.
- Malgré l'existence de certaines régions arides, le potentiel en termes de ressources en eau de l'Angola est en mesure de satisfaire les besoins de l'ensemble du territoire national.
- L'existence d'un réseau de stations hydrologiques et des données qui datent depuis 1974 peuvent servir comme un outil de référence et un repère à utiliser lors de l'installation de nouveaux systèmes.
- L'utilisation de produits globaux comme le GFS et l'ECMWF et de prévisions météorologiques régionales du SADC Climate Services Centre (SADC-CSC).

9.2 Faiblesses

- Insuffisance flagrante de ressources humaines aussi bien quantitativement que qualitativement dans les domaines de l'hydrométéorologie. Cette situation est exacerbée par l'absence d'une politique de renouvellement et de formation du personnel ainsi que d'une politique de plans de carrières et d'opportunités.
- Insuffisance des budgets alloués à l'INAMET et à l'INRH aggravée par des difficultés de mobilisation de ceux qui sont déjà budgétisés. De surcroît, on note l'absence d'une vision/stratégie pour la mobilisation des ressources financières nécessaires au fonctionnement de ces structures ;
- Sur le plan institutionnel, l'INAMET et l'INRH relèvent de ministères de tutelles différents. La collaboration et la synergie entre ces deux institutions sont relativement limitées ;
- L'Angola dispose d'un dispositif juridique et réglementaire exhaustif régissant l'ensemble des activités hydrométéorologiques qui est malheureusement peu effectif ;
- Il existe également un cadre de concertation à travers plusieurs décrets présidentiels régissant la contribution de l'INAMET/INRH aux programmes nationaux de développement qui est également peu effectif ;

- Des capacités d'observation hydrométéorologique non conformes aux standards de l'OMM et souffrant de plusieurs lacunes en termes de vétusté de l'équipement, d'un faible niveau d'automatisation et une maintenance laborieuse et approximative ;
- L'incapacité des institutions en charge des réseaux d'observation hydrométéorologiques, une fois réhabilités et fonctionnels, de les maintenir et de les préserver du vandalisme ;
- Des capacités de collecte, de traitement et de sauvegarde des données hydrométéorologiques très limités ;
- Des capacités de prévisions modestes se traduisant par une prévision météorologique courte à moyenne échéance (24 à 72 heures) de qualité et de fiabilité limitées ;
- A part quelques services météorologiques/climatologiques basiques, l'INAMET n'a pas les capacités techniques requises pour élaborer des services climatiques développés.
- Des problèmes de gestion quotidienne qui entravent les activités hydrométéorologiques (indemnités des observateurs, insuffisance d'immobiliers, faible équipements informatiques, une connexion internet erratique; etc.
- Des décideurs publics insuffisamment sensibilisés à la contribution potentielle de l'hydrométéorologie au processus de développement et d'adaptation au changement climatique.

9.3 Opportunités

- Ratification par l'Angola de la plupart des conventions multilatérales sur l'environnement dont notamment celles en relation avec le climat et l'hydrométéorologique (la CCNUCC et l'Accord de Paris);
- Présence de plusieurs organismes multilatéraux et bilatéraux pour l'appui financier et technique (OMM, PNUD, UE, etc.) et existence de plusieurs fonds (GEF, Fonds Vert sur le Climat et autres sources potentielles de financement) ;
- L'Angola, surtout avec son statut de pays moins avancé, est éligible de manière prioritaire pour bénéficier de financements de nature à consolider ses moyens d'observation hydrométéorologiques et de renforcer ses capacités d'élaboration de services hydrométéorologiques ;
- Le Plan National d'Adaptation aux Changements Climatiques (PNA ou PNACC) constitue également un cadre d'investissement susceptible de mobiliser des fonds pour le renforcement de l'observation hydrométéorologique et l'élaboration de services climatiques ;
- Dans le cadre de son PDE, l'INAMET va bénéficier de l'appui technique et technologique et de l'expertise de MFI qui est une institution de renommé internationale.
- L'existence du Plan National de l'Eau (PNA), l'actuel document de planification multisectorielle des ressources en eau ;
- L'élaboration progressive des plans des principaux bassins hydrographiques (« Planos das principais Bacias Hidrográficas ») (Cuanza, Cubango, Cuvelai et Zambeze) comme documents de planification des ressources en eau ;
- Plusieurs décrets présidentiels susceptibles de renforcer le dispositif réglementaire et de favoriser la contribution de l'INAMET et l'INRH aux programmes nationaux de développement.
- La combinaison des produits globaux et régionaux utilisés, comme le GFS, l'ECMWF et les produits du SADC Climate Services Centre (SADC-CSC), avec les observations locales pourrait améliorer les services hydrométéorologiques de l'Angola.
- Existence de cadres régionaux de collaboration (CEEAC/CAPC-AC, commissions de bassin)

9.4 Menaces

- Une grande dépendance des activités hydrométéorologiques aux contributions extérieures à travers des projets, notamment en termes d'investissements dans l'observation hydrométéorologique et les capacités techniques de collecte, de traitement et d'archivage des données, donc non appropriation dans le long terme par les institutions ;

- Les conflits sociopolitiques à répétition créent une relative instabilité institutionnelle qui est mal perçue par les bailleurs de fonds.
- L'incapacité de l'INAMET et de l'INRH à préserver et maintenir fonctionnel les réseaux d'observation acquis dans le cadre de projets pourrait constituer un motif de désistement de certains bailleurs de fonds.
- Les pays voisins, ou ceux disposant d'un statut similaire, qui ne sont pas sujets à ces crises socio-politiques seront plus concurrentiels auprès des bailleurs de fonds.
- Tenant compte de la vétusté des réseaux d'observation hydrométéorologique et de leur capacités techniques très limitées, l'INAMET et l'INRH ne sont pas en mesure d'appuyer les parties prenantes au niveau national pour faire face aux impacts du changement climatique (CC) ;
- Dans une perspective de CC, l'Angola est dépourvue d'informations fiables et d'outils techniques pour faire face aux risques hydrométéorologiques croissants ainsi qu'à l'occurrence accrue des épidémies ou autres risques sanitaires.

10 Conclusions et recommandations

10.1 Conclusions

Les capacités d'observation de l'INAMET et encore plus celles de l'INRH souffrent de plusieurs lacunes et insuffisances en termes de :

- Un réseau d'observation de faible densité non conforme aux standards de l'OMM ;
- Un réseau vétuste et, surtout en matière de l'hydrologie, peu automatisé qui traduit un retard technologique ;
- Une maintenance laborieuse qui se fait plutôt de manière curative que préventive ;
- Un étalonnage et un suivi irrégulier des équipements.

Comparativement à l'année 1974, ces réseaux d'observation hydrométéorologiques ont subis une forte dégradation due à la guerre civile.

Compte tenu

- des faibles capacités d'observation hydrométéorologique notamment un faible niveau d'automatisation en deçà des standards internationaux ;
- des moyens de télécommunication basiques (quelques logiciels comme Data Vision et Ecodata) donnant lieu à une collecte laborieuse des données ;
- de l'absence d'un système de stockage, d'archivage et de sauvegarde des données météorologiques ;
- des capacités techniques très modestes en matière de prévisions météorologiques et d'élaboration de services hydrométéorologiques et climatiques ;

l'INAMET et l'INRH ne peuvent dans le meilleur des cas qu'offrir quelques services hydrométéorologiques basiques, ils ne sont pas en mesure d'élaborer des services développés.

L'Angola a déjà bénéficié de plusieurs financements multilatéraux et/ou bilatéraux dans le domaine du changement climatique, notamment du GEF, dans le but d'améliorer la résilience et les capacités d'adaptation des communautés vulnérables au changement climatique. Malencontreusement et en raison particulièrement du sous-dimensionnement de la contrepartie angolaise, ces projets n'ont pas eu les effets et les impacts escomptés sur i) les capacités d'observations hydrométéorologiques ; ii) les capacités de collecte et de traitement des données ; et iii) les compétences techniques pour élaborer des services hydrométéorologiques et climatiques répondant aux besoins de communautés vulnérables.

10.2 Recommandations

Conjugué à la présente étude, l'ensemble des initiatives sus décrites (Projet de modernisation de INAMET avec le concours de MFI, Programme stratégique d'extension du réseau hydrométrique de INRH) seraient de nature à habiliter l'INAMET et l'INRH afin d'accéder à un palier supérieur en matière d'observation hydrométéorologique et de développement de services hydrométéorologiques et climatiques pour les parties prenantes au niveau national.

En vue d'assurer la réussite de ces initiatives et d'optimiser et de pérenniser les bénéfiques et les profits, les recommandations suivantes sont proposées :

- i. Elaborer de manière consensuelle, avec l'ensemble des parties prenantes au niveau national, une politique pour le renouvellement du personnel ainsi qu'un plan d'action pour sa formation aussi bien pour l'INAMET que pour l'INRH ;
- ii. Elaborer un business plan pour chaque institution garantissant la contribution financière de l'Etat angolais ainsi que les contributions additionnelles à mobiliser auprès des partenaires stratégiques au niveau national (redevance aéronautique, redevance pour le bulletin TV, services pour les sociétés pétrolières et autres, etc.). Un intérêt particulier devrait être accordé à la perspective d'autofinancement des services hydrométéorologiques et à leur viabilité économique ;
- iii. Mettre à niveau l'observation et automatiser les capacités d'observation hydrométéorologique et renforcer le volet maintenance pour maintenir opérationnel ces réseaux ;
- iv. Mettre à niveau les capacités de collecte, de traitement et d'archivage des données afin de créer des bases de données permettant de développer des services hydrométéorologiques de qualité ;
- v. Développer les capacités de prévision météorologique et d'élaboration de services hydrométéorologiques de qualité ;
- vi. Dans la mise en œuvre du cadre mondial pour les services climatologiques, créer un cadre national des services hydrométéorologiques (multi-secteur, multidisciplinaire),
- vii. Profiter et bénéficier des opportunités d'appuis techniques et de financements de l'OMM (programme de coopération volontaire (PCV) de l'OMM) ainsi que des autres Organisations au niveau régional et international.
- viii. Faire du plaidoyer auprès de l'ensemble des acteurs/institutions concernés et qui pourraient bénéficier de ces services
- ix. S'assurer d'un budget régulier et en croissance dans les lois de finances
- x. Mobiliser les parlementaires et notamment à travers le réseau des parlementaires d'Afrique centrale pour la RRC REPARC

11 Liste des personnes contactées

Institution	Secteur	Nom	Prénom	e-mail
Ministère des Transports	Météorologie	Do Nascimento	Domingos Jose	donascy@yahoo.com.br
Ministère des Transports, INAMET	Météorologie	Muanza	Gomes	gomesmuanza@gmail.com
Ministère de l'Intérieur	Protection Civile	Edson	Fernando	edsonedtrez@gmail.com
Ministère d'énergie et de l'eau (MINEA), Instituto Nacional de Recursos Hídricos (INRH)	Hydrologie	Quintino	Manuel	manuel_quintino59@yahoo.com.br mailto:quintmanuel@gmail.com
Ministère d'énergie et de l'eau (MINEA), Instituto Nacional de Recursos Hídricos (INRH), Departamento de Planeamento de Recursos Hídricos e Hidrologia (DPRHH)	Hydrologie	Ambrósio	Narciso	luimm_007@hotmail.com narciso.ambrosio@inrh.gv.ao

12 Bibliographie

- Communication Nationale Initiale de l'Angola au titre de la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC) (2012).
- Dai, A. & Trenberth, K. E. (2002). Estimates of Freshwater Discharge from Continents: Latitudinal and Seasonal Variations. *Journal of hydrometeorology*. Volume 3. American Meteorological Society.
- Direcção Nacional de Águas (DNA) (2005). Avaliação Rápida dos Recursos Hídricos e Uso da Água em Angola (Rapid Assessment of Water Resources and Use of Water in Angola), 2005.
- FAO (2005). AQUASTAT, Profil de Pays – Angola.
- Groundwater Consultants Bee Pee (Pty) Ltd, SRK Consulting (Pty) Ltd (2002). Preliminary study for Compilation of the hydrogeological map and atlas for the SADC region.
- Hipondoka, MHT (2005). The development and evolution of Etosha Pan, Namibia, Thesis, 2005.
- Huntley, B. (1992). Rates of cane in the European palynological record of the last 13000 years and their climatic interpretation. *Climate Dynamics*, 1992.
- Instituto Nacional de Recursos Hídricos INRH (2018). Plano de Operação e Manutenção de Estações Hidrométricas do INRH/MINEA, 2018.
- Instituto Nacional de Recursos Hídricos INRH (2018b). Programa Estratégico de Expansão da Rede Hidrométrica Nacional (Programme Stratégique d'Extension du Réseau Hydrométrique National).
- Journal Officiel, organe officiel de la république d'ANGOLA (2014).
- OMM (2010). Manuel du système mondial d'observation (OMM-N° 544).
- OMM (2011). Guide des pratiques climatologiques (OMM-N° 100).
- OMM (2014). Global Framework for Climate Services.
- OMM (2014). Cadre mondial pour les Services Climatologiques.
- OMM (2016). Country Profile database.
- OMM (2018). Guide des pratiques agro météorologiques (OMM-N° 134).
- OMM (2019). Guide du système mondial d'observation (OMM-N° 488).
- SIDA/ DANIDA, Norwegian Embassy Lusaka (2008). Integrated Water Resources Management Strategy and Implementation Plan for the Zambezi River Basin.
- USAID (2018). Climate risk in Angola: Country Risk Profile, September 2018.

Liste des sites web

- <https://donnees.banquemondiale.org/pays/angola>
- <https://climateknowledgeportal.worldbank.org/country/angola/climate-data-historical>
- <http://angolarising.blogspot.com/2011/10/angolas-diverse-vegetation.html>
- <http://diakadi.com/afrique australe/Pays/angola/infos/vege.htm>
- <https://www.larousse.fr/encyclopedie/cartes/Angola/1306010>
- http://earthwise.bgs.ac.uk/index.php/Hydrogeology_of_Angola#Geology
- http://earthwise.bgs.ac.uk/index.php/Hydrogeology_of_Angola#Geology
- <http://diakadi.com/afrique australe/Pays/angola/infos/vege.htm>
- <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/02626667.2016.1257856>
- http://www.inrh.gv.ao/portal#outros_documentos
- <http://www.gabhic.gv.ao/>
- http://www.inrh.gv.ao/portal#outros_documentos
- <https://cpdb.wmo.int/angola>
- <https://oscar.wmo.int/surface//index.html#/search/station#stationSearchResults>
- <http://www.mfi.fr/fr/reference/angola-projet-de-modernisation-de-l-inamet.php>

A **Projet de Modernisation de l'INAMET**

Fiche du projet

Dates de réalisation : 2018-2021

Localisation : ANGOLA

Siège de l'INAMET, à Luanda

Budget : 60 million € Crédit acheteur - Société Générale

Systèmes d'information mis en œuvre

- OBSMET - Collecte de données
- TRANSMET- Télécommunications
- SYNERGIE WEB - Prévision
- AEROMETWEB - Briefing pilote (10 aéroports)
- CIPS - Data & Task center
- CLISYS - Climatologie
- METEOFACORY@ Alertes, Services climatiques
- TVMet - Diffusion (Siège + 3 chaînes TV)
- Web & App - 1 site web
- Modèles numériques
- Centre Climatologique National

Systèmes d'observation installés

- 52 Stations d'observation automatiques
- 8 AWOS
- 3 sites de radiosondage
- 1 Réseau régional de détection de la foudre
- 1 Radar
- 1 Système de réception de données
- 1 atelier de calibration
- Services Support
- Gestion de projet
- Intégration (approche clé-en-main)
- Etude de conception détaillée
- Consultance
- Formation (6000 jours)
- Support technique (1 an)

B Questionnaire sur l'état des lieux des services météorologiques des Pays membres de la CEEAC - Angola

CEEAC ECCAS



Questionário sobre inventário dos serviços meteorológicos dos países membros da ECCAS

Este questionário baseia-se no da CEDEAO para permitir um inventário dos serviços climáticos nos países membros da ECCAS. Este estudo faz parte do projeto para fortalecer os serviços hidrometeorológicos e gerir inundações e secas para os estados membros da Comunidade Económica dos Estados da África Central, contrato do Banco Mundial nr. 1263449. Este questionário é submetido à sua atenção para obter o inventário dos serviços meteorológicos, bem como as suas atividades e a sua visão/ambiçãõ.

Por favor, preencha o questionário e devolva-o ao Sr. João Rego (E-mail: Joao.Rego@deltares.nl) com cópia para a Sra. Anke BECKER (E-mail: Anke.Becker@deltares.nl) e o Sr. Ivan MVE (E-mail: i.mve@terea.net).

Nome da pessoa que respondeu ao questionário : *Gomes Antonio Muanza*

Nome da instituição / departamento : *Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica/Gabinete do Director geral Adjunto p/ Área Técnica*

Função : *Director Técnico*

Definição de "serviços hidrometeorológicos"

A definição da OMM dá para os serviços climáticos é: "Informações climáticas preparadas e entregues para atender às necessidades dos usuários". Essa definição implica que as informações climáticas ainda não representam um serviço climático. O estabelecimento de parcerias, diálogos iterativos e colaborações entre provedores de informações climáticas e usuários de serviços climáticos é necessário para transformar informações climáticas em informações especialmente projetadas para as necessidades dos usuários. As diferentes componentes necessários para estabelecer a ligação entre informações climáticas e usuários são ilustrados pelo "ciclo de monitoramento" na figura abaixo.

O objetivo deste questionário é compilar informações sobre todos os componentes existentes e necessidades futuras.

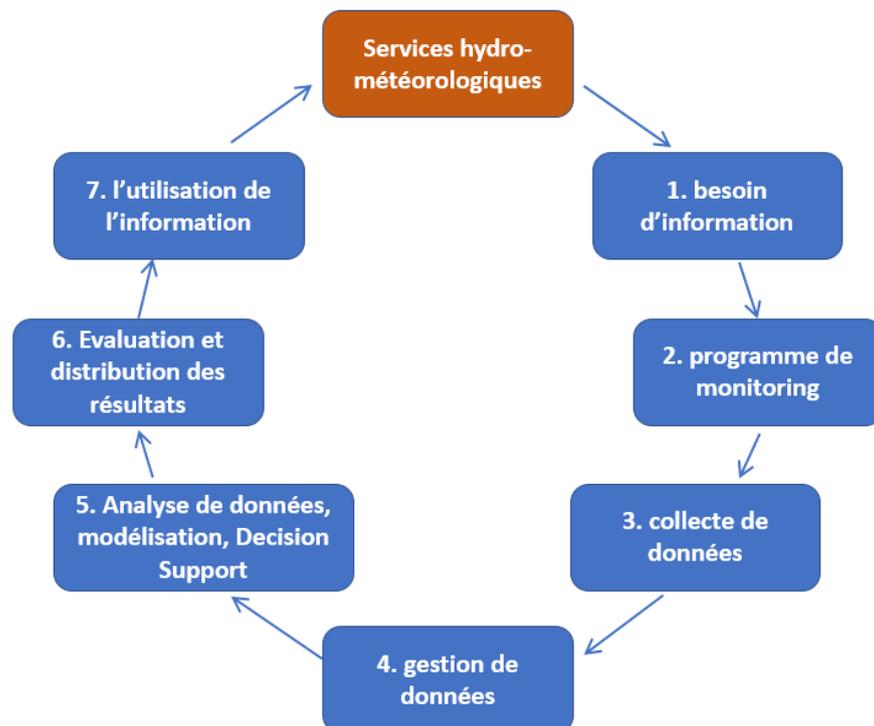


Figura: Ciclo de monitoramento

Os serviços hidrometeorológicos devem ser sustentáveis e fornecer informações robustas e apropriadas. As seguintes definições se aplicam:

Sustentável : pode ser mantido com os recursos da instituição; portanto, restrições se aplicam ao tamanho do programa e aos locais de amostragem, bem como aos sistemas de gerenciamento e análise de dados e ao Suporte à Decisão

Robusto : fornece dados confiáveis e precisos com intervalos mínimos de dados

Apropriado : atende às necessidades realistas da gestão de riscos

SECÇÃO A (Organização institucional e mandato)

1. Identificação

- 1.1. Nome do país : [Angola](#)
- 1.2. Nome da instituição : [Intituto Nacional de Meteorologia e Geofísica-
INAMET.](#)
- 1.3. Nome do chefe da instituição : [Director Domingos José do Nascimento.](#)
- 1.4. Ministério de tutela : [Ministerio das Telecomunicações e Tecnologia de
Informação-MTTI](#)
- 1.5. Endereço da instituição (tambem telf, email, website) : [Rua 21 de Janeiro,
Rotunda do Gamek à Direita S/N RC – Tel:244-944-584-686, Luanda. Site:
\[www.inamet.gov.ao\]\(http://www.inamet.gov.ao\); Emails: \[geral@inamet.gov.ao\]\(mailto:geral@inamet.gov.ao\) / \[feral.inamet@angola-portal.ao\]\(mailto:feral.inamet@angola-portal.ao\).](#)

2. Estrutura Organizacional e Mandato

2.1. Tipo de instituição :

- Agência
- Direção
- Serviço
- Outro (especificar) _____

2.2. Estrutura (organograma): liste as seções típicas de uma agência / serviço responsável)

- Unidade de Previsão
- Unidade de Climatologia
- Unidade de manutenção
- Unidade de gestão de Recursos Humanos
- Unidade Financeira
- Unidade de Comunicação
- outro
-

2.3. Mandato (especificar) : Áreas cobertas :

- Meteorologia
 - Clima
 - Ambiente
 - Hidrologia
 - Qualidade do ar e / ou da água
 - Oceanografia
 - Outros
-

SECÇÃO B (RECURSOS HUMANOS) :

3.1 NÚMERO TOTAL DE PESSOAL : 91 TÉCNICO : ADMINISTRATIVO :

3.2 Por favor divida o número de funcionários técnicos de acordo com os perfis :

3.2.1 OBSERVADORES :

Total : 30 Homens : 27 Mulheres 3

3.2.2 METEOROLOGISTAS E PREVISORES.....

Total : 13 Homens 9 Mulheres 4

Indique o número de pessoas que trabalham nos seguintes setores :

	Homens	Mulheres	Total
Gestão / Finanças	2	9	11
Meteorologistas / Previsores	7	4	11
Técnicos meteorológicos	28	3	31
Hidrologistas			
Técnicos em hidrologia			
Climatologistas/Serviços de climatologia	1	0	1
Manutenção / TI	0	1	1

Investigadores / PhD

Equipe de RH 0 5 5

Comunicadores

Outros (especificar)

3.3 Tem necessidades de recursos humanos ?

Sim

Não

3.3.b Se sim Especifique o número de acordo com os perfis abaixo :

Gestão / Finanças	2
Meteorologistas/Previsores	40
Técnicos meteorológicos	80
Hidrologistas	5
Técnicos em hidrologia	5
Climatologistas / Serviços de climatologia	5
Investigadores/PhD	4
Equipe de RH	2
Comunicadores	2
Outros	10

3.4 Educação continuada

- Quantos beneficiaram nos “últimos anos” :

8 Meteorologistas

- Quais são as áreas em que precisa de Educação Continuada :

Modelagem e previsão do tempo

4. RECURSOS FINANCEIROS (USD) :

4.1 ORÇAMENTO OPERACIONAL POR ANO :

4.2 ORÇAMENTO DO INVESTIMENTO POR ANO :

4.3 ORÇAMENTO ALOCADO À MANUTENÇÃO DAS ESTAÇÕES / ANO

4.4 ORÇAMENTO ALOCADO À EDUCAÇÃO DE RECURSOS HUMANOS / ANO :

4.5 FONTES DE FINANCIAMENTO (em %) :

SECÇÃO C (REDE DE OBSERVAÇÃO)

5. REDE METEOROLÓGICA DE OBSERVAÇÃO

5.1 ESTAÇÕES SINÓPTICAS:

NÚMERO ATUAL **36** Automáticas **26** Semi-automáticas/Convencional **10**.

NÚMERO DE ESTAÇÕES OPERACIONAIS Automáticas **15** Semi-automáticas/convencional **09**.

NÚMERO DE ESTAÇÕES OPERACIONAIS INSTALADAS ANTES DO ANO 2000

Automáticas Semi-automáticas

NÚMERO DE ESTAÇÕES OPERACIONAIS INSTALADAS APÓS O ANO 2000

Automáticas Semi-automáticas

Financiado pelo Banco Mundial ou similar

Financiado por fontes locais

NÚMERO PROJECTADO EM 2025 **64** Automático**64**... Manual ...**00**...

5.2 ESTAÇÕES DE RADIOSONDAS

NÚMERO ATUAL ...**00**..... Nome do (s) fornecedor(es):

NÚMERO OPERACIONAL **00**..... Nome do (s) fornecedor(es):

NÚMERO PROJECTADO ATÉ 2025 ...**06**.....

5.3 ESTAÇÕES AGROMETEO

NÚMERO ATUAL ...**05** .. Automáticas**05**... Semi-automáticas

NÚMERO OPERACIONAL ...**05**..... Automáticas ...**05**..... Semi-automáticas

NÚMERO PROJECTADO EM 2025 ...**122**..... Automáticas ...**122**..... Manual

5.4 ESTAÇÕES HIDRO-METEO

NÚMERO ATUAL**00**..... .. Automáticas Semi-automáticas

NÚMERO OPERACIONAL**00**... .. Automáticas Semi-automáticas

NÚMERO PROJECTADO EM 2025 ...**30**..... Automáticas ...**30**..... Manual

5.6 PLUVIOMETRIA

NÚMERO ATUAL**05**... .. Automáticos**05**... Semi-automáticos

NÚMERO OPERACIONAL ...**05**..... Automáticos ...**05**..... Semi-automáticos

NÚMERO PROJECTADO EM 2025 ...**00**..... Automáticos Manuais

5.7 OZONO

NÚMERO ATUAL Nome do(s) fornecedor(es) :

NÚMERO OPERACIONAL Nome do(s) fornecedor(es) :

NÚMERO PROJECTADO EM 2025 Automáticos Manual

5.8 ESTAÇÕES METEO-MARÍTIMAS

NÚMERO ATUAL Automáticos Semi-automáticos

NÚMERO OPERACIONAL Automáticos Semi-automáticos

NÚMERO PROJECTADO EM 2025 ...**16**..... Automáticos ...**16**..... Manuais

5.9 POLUIÇÃO DO AR

NÚMERO ATUAL ...**00**... Nome do(s) fornecedor(es) :

NÚMERO OPERACIONAL**00** ... Nome do(s) fornecedor(es) :

NÚMERO PROJECTADO EM 2025 ...**10**..... Automáticos**10**... Manual

6. SISTEMA DE TELECOMUNICAÇÃO

6.1 EQUIPAMENTO DE COLETA ATUAL :

tipo de estação	perguntas sobre o sistema de telecomunicações						
	tipo de sistema de telemetria	Quando o sistema foi instalado?	Ainda está operacional?	Os funcionários foram treinados no uso do sistema?	Existe software para consultar os dados?	Existe um serviço ou banco de dados central para arquivar os dados?	O sistema funciona bem?
sinóptico	GPRS	2019	Sim	Necessidade de mais formação	Data Vision	Não	Sim
radiosonda							
agrometeo	GSM	2019	Sim	Necessidade de mais formação	Ecodata	Não	Sim
hidrometeo							
pluviometria	GSM	2019	Sim	Necessidade de mais formação	Ecodata	Não	Sim
ozono							
meteo-marítimo							
poluição do ar							

6.2 Necessidades de coleta para 2025 :

.....

.....

7. SISTEMA DE ARQUIVO DE DADOS

7.1. MANUSCRITO Cadernetas e

C21

INFORMÁTICO Armazenamento no software

Excel

7.2 Especifique os sistemas de gerenciamento de banco de dados disponíveis

Dados de que tipo de estação	sistema de arquivamento de dados				Os dados de telemetria são arquivados no banco de dados?
	CLIDATA	CLIMSOFT	CLIMBASE	Outros (<u>excel e formato físico</u>)	
sinóptico					
radiosonda					
agrometeo					
hidrometeo					
pluviometria					
ozono					
meteo-marítimo					
poluição do ar					

7.3a PROCESSAMENTO DE DADOS: existe um sistema de Garantia / Controle de Qualidade ?

Sim

Não

7.3b. Se sim, qual?

7.3c. Se sim, a equipe foi treinada no uso do sistema?

7.3d. Se sim, quantas pessoas?

7.4 Quais são as necessidades de gestão do banco de dados e processamento de dados para 2025 ?

Obter um sistema de armazenamento robusto, sistema de backup dos dados recebidos das estações a nível Nacional _____

7.5. Existe um sistema de troca de dados na sua instituição ?

Sim

Não

8- DADOS EM TEMPO REAL :

8.1a- têm um sistema de análise de dados em tempo real ?

Sim

Não

8-1b Se sim, QUANTOS SISTEMAS DIFERENTES EXISTEM ? [Existe um sistema.](#)

8-1c ESTES SISTEMAS SÃO (é) o [DATA VISION.](#)

Manuais..... Informáticos

8-1d QUAIS SÃO AS FERRAMENTAS USADAS

8-1e O pessoal foi treinado no uso do sistema? [SIM](#)

8-1f Se sim, quantas pessoas ? [2 Pessoas](#)

9. PREVISÃO DO TEMPO :

9.1a- Preparam vocês a previsão?

Sim

Não

9.1c- Que sistema estão a usar ?

nosso próprio sistema de previsão meteorológica

um sistema de um fornecedor externo

GFS

ECMWF,

Outro (especificar)

9.2 Previsão do tempo a cada [24, 48 e 72](#) horas

9.3 Previsão do tempo

Horizonte temporário	Esta previsão	Você mesmo desenvolve essa previsão com seus próprios produtos ?	Que produto climático você usa ?	Quantas pessoas na sua organização foram treinadas na preparação deste produto ?
<i>Nowcast</i> (de 1 minuto a cerca de 2 horas) <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Manual <input type="checkbox"/> Previsão numérica do tempo	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> GFS <input type="checkbox"/> Radar <input type="checkbox"/> Aladin <input type="checkbox"/> Outro (qual ?)	
<i>24hrs short-range</i> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Manual <input checked="" type="checkbox"/> Previsão numérica do tempo	<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não	<input checked="" type="checkbox"/> GFS <input type="checkbox"/> Radar <input type="checkbox"/> Aladin <input type="checkbox"/> Outro (qual ?)	11
<i>48hrs (medium-range)</i> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Manual <input checked="" type="checkbox"/> Previsão	<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não	<input checked="" type="checkbox"/> GFS <input type="checkbox"/> Radar <input type="checkbox"/> Aladin <input type="checkbox"/> Outro (qual ?)	11

		numérica do tempo			
10 days (long-range)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Manual <input type="checkbox"/> Previsão numérica do tempo	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> GFS <input type="checkbox"/> Radar <input type="checkbox"/> Aladin <input type="checkbox"/> Outro (qual ?)	
Sazonal	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Manual <input checked="" type="checkbox"/> Previsão numérica do tempo	<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não	<input checked="" type="checkbox"/> GFS <input type="checkbox"/> Radar <input type="checkbox"/> Aladin <input type="checkbox"/> Outro (NOAA, ECMWF)	Duas (2) 3
OUTRO (72hrs)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Manual <input checked="" type="checkbox"/> Previsão numérica do tempo	<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não	<input checked="" type="checkbox"/> GFS <input type="checkbox"/> Radar <input type="checkbox"/> Aladin <input type="checkbox"/> Outro (qual ?)	11

10- RESSOURCES TECHNIQUES RECURSOS TÉCNICOS

10a. QUAIS SÃO OS RECURSOS MATERIAIS TÉCNICOS USADOS

- Synergie
- PUMA 2015
- EUMETCAST
- OUTROS (especifique)

10b- Quais são suas necessidades de previsão para 2025 ?

[Obter modelos de previsão local com uma boa resolução](#)

SECÇÃO D (FORMAÇÃO E RESULTADOS)

11- FORMAÇÃO

11a. Que instituições nacionais de treinamento estão disponíveis (incluindo universidades e centros de treinamento meteorológico / climático)

11b. Quais são suas expectativas e necessidades de treinamento dos centros regionais de treinamento e dos centros climáticos regionais?

12. MANUTENÇÃO DOS INSTRUMENTOS (OBS & PREVI) :

12.1 Têm um plano de manutenção para equipamentos e redes?

Sim

Não

12.2 Se sim, especifique :

Frequência preventiva Semestral

Frequência curativa Mensal

12.3 Possuem um sistema para calibrar o vosso equipamento (incluindo a rede de observação) ?

Sim

Não

12.4 Estariam interessados em montar um laboratório de calibração sub-regional ?

Sim

Não

12.5 Quais são as necessidades de seu pessoal de manutenção para 2025 ?

13. INFORMAÇÕES METEOROLÓGICAS / CLIMÁTICAS FORNECIDAS AOS USUÁRIOS

13.1 Previsão do tempo

Horizonte temporário	Como distribuem as previsões ?	Acham que este produto é bom o suficiente ?	Caso Não, planejam melhorar a previsão antes de 2025? ?
<i>Nowcast</i> (de 1 minuto a cerca de 2 horas) <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> website (qual ?) <input type="checkbox"/> enviado por fax <input type="checkbox"/> por e-mail <input type="checkbox"/> por telefone	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
<i>24hrs short-range</i> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> website (qual ?) <input type="checkbox"/> enviado por fax <input checked="" type="checkbox"/> por e-mail <input type="checkbox"/> por telefone	<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não	<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
<i>48hrs (medium-range)</i> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> website (qual ?) <input type="checkbox"/> enviado por fax <input checked="" type="checkbox"/> por e-mail <input type="checkbox"/> por telefone	<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não	<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
<i>10 days (long-range)</i> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> website (qual ?) <input type="checkbox"/> enviado por fax <input type="checkbox"/> por e-mail <input type="checkbox"/> por telefone	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
Sazonal <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> website (qual ?) <input type="checkbox"/> enviado por fax <input checked="" type="checkbox"/> por e-mail <input type="checkbox"/> por telefone	<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não	<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
OUTRO (72hrs) <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> website (qual ?) <input type="checkbox"/> enviado por fax <input checked="" type="checkbox"/> por e-mail <input type="checkbox"/> por telefone	<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não	<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não

13.3 Especifique o tipo de produtos agro-meteorológicos fornecidos e seus respectivos usuários Produtos agrometeorológicos estão na fase inicial, ainda não foi fornecido nenhum produto, está sendo trabalhada junto com a comissão europeia da JRC, nas próximas semanas emitiremos o primeiro boletim agro-meteorológico nacional.

13.4 Quais são os principais produtos fornecidos ao usuário

13.5 Listar os tipos de principais produtos hidrometeorológicos

13.5 Especifique o tipo de produtos marítimos fornecidos e seus respectivos usuários.

[Previsão marítima \(24hrs\)](#)

13.6 Liste todos os outros principais produtos e publicações úteis para os usuários.

13.7a VOCÊ TEM UM DISPOSITIVO DE FEEDBACK PARA USUÁRIOS ?

Sim

Não

13.7b. Se SIM, qual? Inquerito de satisfação de clientes (Aeronáuticos) -

SECÇÃO E (LEIS, REGULAMENTOS E PERSPECTIVAS REGIONAIS)

14-1a EXISTE UMA LEI OU REGULAMENTO PARA FORNECIMENTO DE DADOS E PRODUTOS METEOROLÓGICOS ?

Sim

Não

14-1b Se sim, você poderia fornecer a referência dessa lei ?

14-2a Dispõem de um esquema de recuperação de custos ?

Sim

Não

14-2b Se Sim, referir

14-3a Existe um plano estratégico ?

Sim

Não

14-3b Se sim, especifique o período do plano

[PDE 2017-2022](#)

14-4 Descreva brevemente os objetivos do plano estratégico da sua instituição

14-5 Indique todas as outras principais restrições e desafios encontrados por sua estrutura.

15 Quais são as perspectivas de colaboração e áreas em que seu país gostaria de receber apoio a nível regional e qual o orçamento associado

SECÇÃO F (MOBILIZAÇÃO DE RECURSOS)

Na tabela abaixo, liste todos os projetos em andamento e os enviados para financiamento e envolvendo sua instituição :

Nom e do projeto	Duração do projeto / INÍCIO E FIM	Estrutura de implementação	Tema e áreas de intervenção	Fonte de financiamento	Montante do financiamento	Actores envolvidos (por exemplo, lista de organizações governamentais, públicas e comerciais)	Resultados esperados do projecto	Impactos esperados do projecto
					-			

SECÇÃO G (REDUÇÃO DE CATÁSTROFES)

G.1 Existe uma plataforma ou comité nacional composto por ministérios, departamentos e outros interlocutores que coordena as atividades de prevenção de catástrofes a nível nacional ou subnacional?

Sim

Se sim, de que tipo ? Comité Nacional composto por Membros do Secretariado Executivo de varios Ministérios.

E quem é responsável pela coordenação ? CNPC

Não

G.2 Se sim, o seu SMN faz parte disso ?

Sim

Não

Não aplicável

G.3 O seu país possui um sistema de alerta rápido multi-perigos ?

Sim

Não

G.4 O seu país possui sistemas para monitorar e prever vários perigos que ocorrem simultaneamente ou cumulativamente ao longo do tempo ?

Sim

Não

G.5 Em caso afirmativo, o seu sistema de alerta rápido multi-risco o avisa de alguma repercussão em cascata ?

Sim

Não

Não aplicável

G.6 O seu país usa informações de perigo, exposição e vulnerabilidade para apoiar o planeamento de emergência e a produção de mensagens de aviso ?

Sim

Não

G.7 O seu SMN avalia seus resultados e seu papel (por exemplo, entrega e coordenação de serviços) dentro da estrutura da plataforma nacional de alerta rápido multi-perigos e prevenção de catástrofes ?

Sim

Não

Questions additionnelles posés dans un deuxième interview :

0) Quais são os tipos mais importantes de catástrofes em Angola relacionadas com o clima (por exemplo, seca, inundações, tempestade, ...)

R: Seca e inundações no sul de Angola

Droughts – Provinces of Cunene, Namibe, Huila (i.e. the southwest)

Floodings – Province of Cunene (heavy rainfall & landslides)

Sudden storms – Provinces of Luanda, Uige (i.e. the northwest)

- 1) Que usuários (grupos) beneficiam ou podem beneficiar mais das previsões meteorológicas ou avisos do INAMET?

R: População em geral

INAMET's info is distributed to the overall population essentially via TV & radio.

It is also shared closely with the CNPC (National Committee for Civil Protection and Firemen)

They do want to provide more information to farmers, but in Angola that's mostly (very) small-scale farming units. They are studying a mechanism to disseminate meteorological info, easier & faster. A bit of an issue is that in remote areas for 'poor farmers', they don't have good (phone) signal or reliable internet.

- 3) Não vimos informação sobre finanças. Poderíamos conversar

a) se o INAMET tem um orçamento alocado a partir de seu Ministério (dinheiro que existe estruturalmente, todos os anos, para que eles possam cumprir sua tarefa)? Na maioria dos outros países, vimos que eram principalmente dependentes de projectos, por ex. Banco Mundial, e que não há dinheiro estruturalmente alocado disponível. O que não é ideal para uma manutenção e pessoal

R: O INAMET tem um Orçamento Geral do Estado/ano avaliado em 399.297.291,00 kwanzas

This is equivalent to 660 kEUR/year.

b) se acham que têm orçamento suficiente disponível para funcionar adequadamente e cumprir todas as suas tarefas.

R: O orçamento disponível não é suficiente para o funcionamento adequado e o cumprimento de todas as tarefas.

estimate: it's only enough for about 75%.

- 4) Estão a planear instalar muitas novas estações

a. têm financiamento (suficiente, já alocado) para elas todas?

R: Sim, tem o financiamento do estado já alocado para o projecto de Modernização do INAMET, este projecto está dentro do Plano do Desenvolvimento Estratégico (PDE).

b. qual é o principal objetivo que desejam alcançar, estendendo sua rede?

R: O objetivo é de cobrir uma boa parte do país, para obtenção de boa consistência de dados e uma base de dados robusta para: estudos científicos e para a entrada dos modelos de previsão e consequentemente obter uma previsão mais próxima da realidade.

5) Qual a 'idade média' da rede existente de estações de monitoramento? Se não souberem quantas estações foram construídas antes de 2000, dê só uma indicação: e.g. a maioria das estações são muito antigas ou instaladas na década passada? a maioria delas ainda está funcionando ou não?

R: Todas as estações automáticas operacionais foram instaladas depois de 2008, a maioria ainda está funcionando.

6) Não mencionaram nenhuma instituição que ofereça formação (como universidades) ou expectativas de centros regionais de treinamento (seção D, 11). Isso é porque não sabem ou não têm centros de treinamento?

R: Existem várias instituições que oferecem formação, por exemplo a Universidade Agostinho Neto, existe um curso de Meteorologia, temos parceria com a Universidade Federal de Alagoas (UFAL), O IPMA, na região existem centros de treinamento, que oferecem treinamentos para os nossos técnicos como por exemplo a JRC, ACMAD-Níger, a SADC também tem contribuído no refrescamento dos nossos técnicos.

7) seção D, 13: indicam que ainda não acham que seus produtos (previsões do tempo) serem bons o suficiente. O que gostariam de melhorar?

R: Pretendemos melhorar a qualidade dos dados e obter modelos locais rodados na Instituição, por que no momento usamos modelos regionais para a elaboração das previsões.

8) Não preencheram muito a seção E (leis, regulamentos, perspectivas regionais). Isso é porque "não sabem", porque é demasiado complicado, ou porque não existem leis, ou...?

R: Existe um estatuto que regula as leis para os serviços meteorológicos nacionais e normativos Técnicos Aeronáuticos.

“Decreto presidencial n 230/14 de 4 de setembro”

9) Este CNPC é um Comité Nacional de Protecção Civil? Podiam elaborar um pouco?

R: Comité Nacional de protecção Civil e Bombeiro é o Órgão responsável para a tomada de precaução ou medidas de prevenção da população quando necessário e é este órgão que faz chegar as alertas a população para além da rádio e televisão.

C Questionnaire sur l'état des lieux des services hydrologiques des Pays membres de la CEEAC - Angola

CEEAC ECCAS



Questionnaire sur l'état des lieux des services hydrologiques des Pays membres de la CEEAC

Ce questionnaire est basé sur celui de la CEDEAO pour permettre de faire l'état des lieux des services climatiques dans les pays membre de la CEEAC. Cette étude s'inscrit dans le projet de renforcement des services hydrométéorologiques et gestion des inondations et sécheresses pour les états membres de la Communauté Economique des Etats de l'Afrique Centrale, contrat Banque Mondiale sélection #1263449. Ce questionnaire est soumis à votre attention afin d'obtenir l'état de lieux des services météorologiques ainsi que leurs activités et leur vision.

Prière de **remplir le questionnaire et le retourner à Mme Anke BECKER (Email : Anke.Becker@deltares.nl), avec copie à Mr Ivan MVE (Email : i.mve@terea.net).**

Les Services hydrologiques nationaux (SHN) ont des responsabilités dans le secteur de l'hydrologie opérationnelle, comme la collecte de données hydrologiques, la prévision de crues et l'évaluation des ressources en eau. Dans les pays où ces responsabilités relèvent de plusieurs établissements, le SHN doit être considéré comme représentant l'ensemble de ceux-ci.

Nom de la personne répondant au questionnaire : Manuel Quintino

Nom de son institution/Direction : Instituto Nacional de Recursos Hídricos - INRH

Fonction : Director Geral

Définition des « services hydrométéorologiques »

La définition que l'OMM donne pour les services climatiques est : « L'information climatique préparée et livrée pour répondre aux besoins des utilisateurs ». Cette définition implique que l'information climatique ne représente pas encore un service climatique. La mise en place de partenariats, dialogues itératifs et collaborations entre les fournisseurs de l'information climatique et les utilisateurs des services climatiques est nécessaire pour transformer l'information climatique en une information spécialement conçue aux besoins des utilisateurs. Les différents composants nécessaires pour faire le lien entre l'information climatique et les utilisateurs sont illustrés par le « monitoring cycle » dans la figure ci-dessous.

Ce questionnaire a pour but de récupérer de l'information sur tous les composants existants et les besoins futurs.

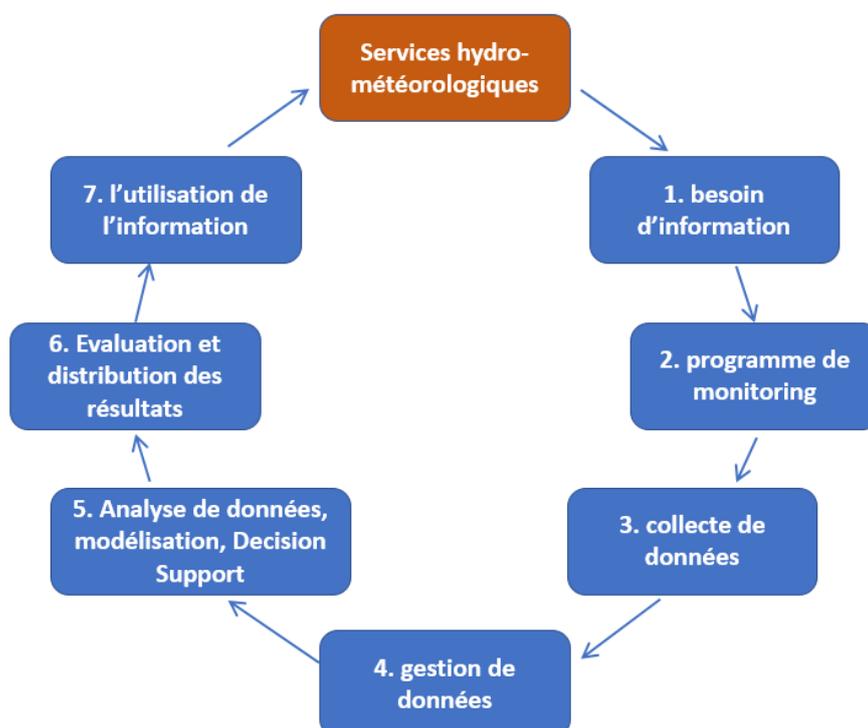


Figure : Monitoring cycle

Les services hydrométéorologiques devraient être durables et fournir de l'information robuste et appropriée. Les définitions suivantes s'appliquent :

durable : Peut être maintenu compte tenu des ressources de l'institution, donc il s'applique des restrictions à la taille du programme et aux lieux d'échantillonnage ainsi qu'au niveau des systèmes de gestion et analyse des données et du Decision Support

robuste : fournit des données fiables et précises avec un minimum de lacunes de données

approprié : répond aux besoins réalistes de la gestion des risques

1. Organisation Institutionnelle et Mandat

1.1. Informations générales

1.6. Nom du pays : [ANGOLA](#)

1.7. Nom de l'institution : [Instituto Nacional de Recursos Hídricos - INRH](#)

1.8. Nom du responsable de l'institution : [Manuel Quintino](#)

1.9. Ministère de tutelle : [Ministério da Energia e Águas - MINEA](#)

1.10. Adresse de l'institution (Email & Tél & SiteWeb): [Bairro Talatona, Rua do MAT, Complexo Administrativo Clássicos de Talatona, Bloco C \(5º Edifício\) R/C-Dtº e 7º Andar, Telf: +244 222 040 759 / Luanda - Angola, www.inrh.gv.ao / Email:info@inrh.gv.ao / quintmanuel@gmail.com](#)

1.2. Organisation de la structure

1.1.1. Votre organisation/institution a-t'elle le mandat de mener les activités opérationnelles suivantes en matière d'hydrologie au niveau national ?

	Indiquez votre réponse par Oui/Non	Si Oui, spécifiez la législation/ acte/ Politique	Si Non, mentionnez le nom de l'organisation /structure en charge	Indiquer le niveau de l'institution par 1, 2, 3: 1- REGIONAL 2- BASIN 3- LOCAL 4- AUCUN
Prévision des crues de rivières	Sim	Lei nº 6/02 de 21 de Junho DP nº 82/14 de 21 de Abril DP nº 204/14 de 15 de Agosto		4 (Nivel Nacional)
Prévision des crues éclair	Sim	Lei nº 6/02 de 21 de Junho DP nº 82/14 de 21 de Abril DP nº 204/14 de 15 de Agosto		4 (Nivel Nacional)

Prévision des débits	Sim	Lei nº 6/02 de 21 de Junho DP nº 82/14 de 21 de Abril DP nº 204/14 de 15 de Agosto		4 (Nivel Nacional)
Prévisions hydrologiques i.e. prévision des sécheresses &	Sim	Lei nº 6/02 de 21 de Junho DP nº 82/14 de 21 de Abril DP nº 204/14 de 15 de Agosto		4 (Nivel Nacional)
Alertes précoces hydrologiques (prévisions inondations non inclus)	Sim	Lei nº 6/02 de 21 de Junho DP nº 82/14 de 21 de Abril DP nº 204/14 de 15 de Agosto		4 (Nivel Nacional)
Prévention et mitigation des catastrophes hydrométéorologiques (produits de prévisions hydrologiques non inclus)	Não			
Collecte des données hydrologiques	Sim	Lei nº 6/02 de 21 de Junho DP nº 82/14 de 21 de Abril DP nº 204/14 de 15 de Agosto		4 (Nivel Nacional)

1.1.2. Prière choisir parmi les options suivantes celles qui sont le plus propres du mandat de votre institution :

Institution Étatique fournissant des services hydrologiques ou autres services à l'État et au Public uniquement (activités commerciales non autorisées)

Agence gouvernementale à but commerciale (EPE)

Compagnie privée

Autre(s) (préciser)

O INRH é um Instituto Público, responsavel pela execução da Política Nacional de Recursos Hídricos.

1.1.3.Existe-t'il un mécanisme de coordination des activités entre les structures météorologiques et votre Institution ?

Oui

Non

1.1.4.Lesquels des modèles ou Platform utilisez-vous pour la prévision des crues et autres types d'inondations ? Prière indiquer les noms des institutions responsable du fonctionnement de ces modèles au niveau national (au cas cette entité est différente de votre structure).

¹Platform est un logiciel capable d'assurer l'interopérabilité des systèmes de modélisation qui ne possèdent pas cette capacité. Il peut également permettre la saisie de données sous différents formats et générer des sorties de plusieurs manières (graphiques, tableaux) - Selon la définition donnée par l'équipe d'experts E2 de la Commission de l'hydrologie (TTE2 CHy), à la page 24 du [présent rapport](#).

Type/Nom du modèle	Crues riveraines	Crues éclairs	Institution tournant le modèle
Hydrologique	MESA; ZAMWIS; ADAPT-DB;		SADC DHI
De retenues d'eau	ZAMWIS;		DHI
Hydrodynamique			
Platform	My DEWETRA;		CIMA Foundation

1.1.5. Existe-t'il, un guide et des outils de formation développés pour ce/ces modèle(s) et platform si celles-ci sont utilisés par votre institution ?

Oui

Non

1.1.6. Si Oui, Quelle est de niveau d'accessibilité à de tels documents ?

Accès libre à tous

Accès restreint

1.1.7. Votre pays dispose-t'il d'un plan/politique établi ou en voie de développement en matière de gestion des inondations et de la sécheresse ?

Oui

Non

1.1.8. Votre SHN est-elle membre d'un comité national ou plateforme de coordination des activités pour la réduction des catastrophes ?

Oui

Non

Non Applicable

2. Personnel de votre SHN

2.1. Veuillez indiquer la répartition par sexe du personnel de votre SHN.

Total	<input type="text" value="11"/>
Hommes	<input type="text" value="6"/>
Femmes	<input type="text" value="5"/>

2.2. Veuillez indiquer le nombre d'employés de votre SHN qui travaillent dans les secteurs suivants :

	Hommes	Femmes	Total
Gestion/Management	3		3
Hydrologues	1		1
Techniciens en hydrologie			
Climatologues/Services climatologiques			
Chercheurs			
Personnel de soutien	1	3	4
Autres secteurs	1	2	3

2.3. Nombre d'employés de votre SHN qui possèdent un diplôme universitaire :

Total : **8**

2.4. Veuillez indiquer le nombre d'employés de votre SHN qui appartiennent aux catégories d'âge suivantes :

Moins de 20 ans	<input type="text"/>
20-30 ans	<input type="text"/>
30-40 ans	<input type="text" value="3"/>
40-50 ans	<input type="text" value="5"/>
Plus de 50 ans	<input type="text" value="3"/>

2.5. Veuillez indiquer le nombre d'employés des catégories suivantes de votre SHN qui doivent prendre leur retraite d'ici cinq ans :

Administration	<input type="text" value="2"/>
Hydrologues	<input type="text"/>
Techniciens en hydrologie	<input type="text"/>
Climatologues/Services climatologiques	<input type="text"/>
Chercheurs	<input type="text"/>
Personnel de soutien	<input type="text" value="1"/>
Autres employés	<input type="text" value="1"/>

2.6. Veuillez indiquer les tendances des effectifs au cours des trois à cinq dernières années.

	Diminution nette	Aucune évolution sensible d'une année sur l'autre	Augmentation nette
Employés ayant une formation universitaire	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Techniciens	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Observateurs	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Soutien administrative	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Autres employés	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Autres employés (veuillez préciser) <input type="text"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

2.7. Veuillez indiquer le nombre de staffs à recruter d'ici 2025 suivant les catégories :

Management : **2**
 Hydrologues : **5**
 Techniciens Hydrologues : **10**
 Climatologues/Services Climatiques : **2**
 Chercheurs : **0**
 Personnel de soutien : **6**
 Autres

3. Renforcement des capacités de votre SHN

3.1. Pouvez-vous lister les types et nombres d'instruments hydrologiques d'observation présents et à venir, en remplissant le tableau suivant :

Type d'instrument hydrologique	État		Raison de non fonctionnement (limitation budgétaire, personnel, capacités techniques de l'institution, etc.)	Nombre planifié pour 2025
	Fonctionnel	Non fonctionnel		
OTT Thalimedes (Datalogger)	X			10
Hydrosystem	X			50
ADCP	X			5

3.2. Pouvez-vous énumérer tout autre problème rencontré en rapport avec les observations (limitation de budget, personnel, capacités techniques, etc.)

R : Limitação do orçamento, pessoal e capacidade tecnica.

4. Budget de votre SHN

4.1. Quel est le budget annuel total de votre SHN?

Budget annuel total (année) : **AOA 95.015.136,71**

Budget d'investissement (pourcentage) : **23,9%**

Budget alloué à la maintenance/fonctionnement du réseau d'observation (pourcent)

4.2. Principales sources de financement

- Gouvernement
- Activités commerciales
- Recouvrement des coûts
- Autre cas (veuillez préciser): [Banco Mundial \(BM\)](#) e [Agência Francesa de Desenvolvimento \(AFD\)](#)

4.3. Quel pourcentage du budget provient de sources non gouvernementales ?

Sources non gouvernementales (%)

4.4. Veuillez indiquer la tendance de la part gouvernementale du budget au cours de trois à cinq dernières années.

- Diminution nette
- Aucune évolution sensible d'une année sur l'autre
- Augmentation nette
- Autre cas (veuillez préciser)

4.5. Veuillez indiquer les sources de financement de l'amélioration des infrastructures hydrologiques, etc.

- Projets financés par des organisations internationales
- Projets financés par des organismes nationaux
- Projets financés par des commissions transfrontalières
- Activités commerciales
- Autre cas (veuillez préciser)

5. Système de gestion de la qualité de votre SHN

5.1. Existe-t-il un système de gestion de la qualité de l'hydrologie dans votre pays ?

- Oui
- Non

5.2. État de mise en œuvre du système de gestion de la qualité :

- Système mis en œuvre dans l'ensemble de votre SHN
- Système mis en œuvre pour les observations hydrologiques
- Système mis en œuvre pour les prévisions hydrologiques
- Aucun système
- Autre cas (veuillez préciser)

5.3. Dans la négative, votre SHN met-il actuellement en place un tel système ?

- Oui
 Non

5.4. Dans la négative, votre SHN prévoit-il de créer un tel système dans un proche avenir ?

- Oui
 Non

6. Capacité de prestation de services de votre SHN

6.1. Votre SHN a-t-il amélioré sa capacité de prestation de services en 2016-2018?

- Pour l'accès du public aux observations hydrologiques ?
 Pour l'accès du public à l'évaluation des risques et de la vulnérabilité ?
 Pour l'accès du public aux prévisions hydrologiques ?
 Veuillez préciser : sécheresses, inondations, débit des cours d'eau

6.2. Le personnel de votre SHN offre-t-il des services de prévision et d'alerte axés sur les impacts ?

- Oui
 Non

6.3. Votre SHN lance-t-il des alertes aux crues éclair ?

- Oui
 Non

6.4. Dans l'affirmative, fait-il appel au Système d'indications concernant les crues éclair pour lancer ces alertes ?

- Oui
 Non

6.5. Les usagers sectoriels de votre pays ont-ils accès à des prévisions hydrologiques quantitatives saisonnières ou infra-saisonnières ?

- Oui
 Non

6.6. Votre pays utilise-t-il des informations sur les risques liés aux crues, à l'exposition et à la vulnérabilité pour effectuer des évaluations des risques d'inondations/sécheresse à l'échelle nationale, provinciale et régionale aux fins suivantes :

- | | Oui | Non |
|---|--------------------------|-------------------------------------|
| Pour contribuer à la planification d'urgence et à la formulation de messages d'alerte ? | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Pour contribuer à la mise en place d'une stratégie d'atténuation des risques liés aux crues et de mesures de réduction/prévention (par ex. construction de digues de protection contre les crues, dragage, définition de pratiques pour les plaines inondables et l'occupation des sols)? | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> Autre cas (veuillez préciser) <input type="text"/> | | |

6.7. Votre SHN entretient-il des rapports avec les utilisateurs (donner la liste des utilisateurs) de vos produits d'information pour comprendre leurs besoins et leur degré de satisfaction par rapport aux services offerts ?

- Oui
 Non

6.8. Votre SHN a-t-il un plan stratégique ou un plan d'investissement ?

- Oui
 Non

Plano Nacional da Água (PNA)

6.9. Quelles sont les challenges présents et besoins futurs (d'ici 2025) de chacune de vos services hydrologiques ?

Criação dos Gabinetes para Administração Regional de Bacias Hidrográficas; Estabelecimento do Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos; Monitorização sistemática da Quantidade e Qualidade da água dos principais rios do País; Reforçar o processo de Cadastro, Licenciamento e Fiscalização das utilizações dos recursos hídricos, Reabilitação de Estações Hidrométricas, Estabelecimento das Curvas de Vazão nas principais secções hidrométricas.

6.10. Auriez-vous déjà identifié des besoins pour d'autres services hydrologiques (non encore mentionnés) ?

- Oui
 Non

Auriez-vous déjà un plan de développement de ces produits ?

- Oui
 Non

7. Mobilisation des ressources

Dans le tableau ci-après, lister tous les projets en cours d'exécution et ceux soumis pour financement et associant votre institution :

Nom du projet	Durée du projet/ Début et fin	Structure d'exécution	Thème et domaines d'intervention	Source de Financement	Montant du Financement (USD)	Acteurs impliqués (e.g. liste des organisations gouvernementales, publiques et commerciales)	Résultats attendus du projet	Impacts attendus du projet
PDISA II	3 anos		Recursos Hídricos	OGE/BM/AFD	35.200.000,00	Governo de Angola ; BM ; AFD.		
Projecto 1, Lote 1 – Construção da Captação no Rio Cunene, Sistema de Bombagem, Conduta Pressurizada, Canal Aberto a partir de Cafú até Cuamato e 10 Chimpacas			Combate a Seca/ Provincia do Cunene	OGE	65.701.274,85	Ministerio da Energia e Águas ; Governo Provincial do Cunene.		
Projecto 1, Lote 2 – Construção do Canal Adutor a Partir de Cuamato até Dombondola e de Cuamato até Namacunde e 20 Chimpacas			Combate a Seca/ Provincia do Cunene	OGE	70.047.099,85	Ministerio da Energia e Águas ; Governo Provincial do Cunene.		
Projecto 2, Lote 3 – Construção da Barragem 128 (Calucuve)			Combate a Seca/ Provincia do Cunene	OGE	177.038.972,12	Ministerio da Energia e Águas ; Governo Provincial do Cunene.		
Projecto 2, Lote 4 – Construção de Canal Adutor a Partir de Mupa até Ondjiva e 44 Chimpacas			Combate a Seca/ Provincia do Cunene	OGE	62.948.482,17	Ministerio da Energia e Águas ; Governo Provincial do Cunene.		

Projecto 3, Lote 5 – Construção da Barragem do Ndúe (71)			Combate a Seca/ Provincia do Cunene	OGE	192.055.75 4,67	Ministerio da Energia e Águas ; Governo Provincial do Cunene.		
Projecto 3, Lote 6 – Construção do Canal Adutor associada a Barragem 71 (Ndúe) a partir de Ndúe até Embundo e 15 Chimpacas.			Combate a Seca/ Provincia do Cunene	OGE	68.677.857 ,05	Ministerio da Energia e Águas ; Governo Provincial do Cunene.		

Questions additionnelles posés dans un deuxième interview :

- 1) A pergunta 3.1 (acerca dos vossos equipamentos) infelizmente não foi suficientemente clara. Quantas estações de medição hidrológica vcs possuem? (se possível, distinguindo entre estação de medição de descarga e estação de medição de nível de água)

R: [Ver no Programa Estratégico de Expansão da Rede Hidrométrica Nacional e no Plano de Operação e Manutenção de Estações Hidrométricas do INRH/MINEA \(em anexo\). Gostaríamos que prestasse atenção ao lado angolano da Bacia Hidrográfica do Congo.](#)

- 2) Quantas destas estações anda estão funcionando?

R: [Ver no Programa Estratégico de Expansão da Rede Hidrométrica Nacional e no Plano de Operação e Manutenção de Estações Hidrométricas do INRH/MINEA.](#)

- 3) Quantas destas transmitem seus dados automaticamente?

R: [Actualmente nenhuma.](#)

- 4) O INRH possui um banco de dados para armazenar os dados?

R: [Sim, o Software HYDSTRA.](#)

- 5) Verificam os dados ('controlo de qualidade') antes de os armazenar?

R: [Sim, o pré-processamento de dados é feito durante a recolha dos dados com o software HYDRAS 3 e depois os referidos são armazenados na Base de Dados principal \(HYDSTRA\).](#)

- 6) Os dados são publicados, e.g. através de um website ou em livros do ano hidrológico?

R: Não. No entanto, existem no INRH Anuários Hidrológicos contendo dados históricos de 1967 – 1975.

Neste momento, o INRH esta em fase de lançamento do seu Boletim de Hidrologia (Vide exemplar em anexo).

- 7) Vcs possuem estações piezométricas? Se Sim, quantas funcionando / não funcionando?

R: Ainda não, mas é um dos desafios do INRH o estabelecimento de uma Rede Piezométrica para a monitorização das águas subterrâneas.

- 8) Vcs dizem que têm interacção com os usuários de seus serviços. Quem são esses usuários? Poderiam imaginar outros que poderiam usar os serviços do INRH?

R: Empresas de Projectos, Consultores, Universidades.

D Programme stratégique d'extension du réseau hydrométrique de l'Angola



INRH

INSTITUTO NACIONAL
DE RECURSOS HÍDRICOS

Programa Estratégico de Expansão da Rede Hidrométrica Nacional

Reabilitação/Construção e Operação/Manutenção

Dezembro de 2018

ASSISTÊNCIA TÉCNICA AO INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS



Controlo de Versões

Versão	Data	Responsável	Tipo de Modificação
1	19/05/2017	Manuel Almeida	Versão inicial
2	08/12/2018	Narciso Ambrósio	Versão Actual

Índice

Documentos Relacionados	4
Acrónimos.....	5
1. Introdução.....	6
2. Enquadramento	10
3. Abordagem metodológica	16
4. Resultados obtidos – Reabilitação/Expansão da rede hidrométrica	21
5. Expansão consolidada de rede hidrométrica.....	29
5.1. Custo de operação e manutenção associado às diferentes etapas de evolução da rede hidrométrica.....	32
6. Coordenação técnica para optimização das redes de monitorização hidrométrica e meteorológica.....	37
7. Definição da rede <i>mínima</i> de monitorização	39
8. Conclusões	46
9. Bibliografia	48
Anexo 49	
EH principais/prioritárias (Fase I)	49
Principais cursos de água de Angola	73

Índice de Figuras

Figura 1 – Volume anual disponível nas principais bacias hidrográficas de África, km ³ (Fonte : OCID-NACSE (2007)).....	10
Figura 2 – Estações hidrométricas que possuem registos hidrométricos na base de dados HYDATA	11
Figura 3 – Estações hidrométricas activas em 2017	12
Figura 4 – Estações hidrométricas da rede histórica nacional para as quais existem séries relevantes de níveis hidrométricos e/ou de caudais (INRH - BD HYDSTRA)	19
Figura 5 – Escoamento médio anual (mm) <i>versus</i> Temperatura média anual (°C) (Fonte: COBA, 2017).....	19
Figura 6 – Hipsometria (Altitude, m) (Fonte: COBA,2014) <i>versus</i> Localização de barragens e principais estradas de acesso nacionais (°C) (FAO, 2006)	20
Figura 7 – Necessidades de água (hm ³ /ano) <i>versus</i> Densidade populacional/Município (20 hab/km ²) (Fonte: COBA, 2017)	20
Figura 8 – EH Principais/prioritárias (Fase I).....	23
Figura 9 – EH principais (Fase II)	25
Figura 10 – EH Secundárias (Fase III)	27
Figura 11 – EH a construir/reabilitar – ETAPAS 2 e 3	30
Figura 12 – EH activas consideradas no processo de quantificação de custos de operação (37 EH que se encontram sob a tutela do INRH)	33
Figura 13 – Custo médio associado a cada trajecto considerado para o processo de O&M de 37 EH que se encontram sob tutela do INRH	33
Figura 14 – Custo total inerente ao processo de O&M das EH obtido para as diferentes etapas.....	36
Figura 15 – Rede Meteorológica nacional (1953-1974) (Fonte: SMA, 1953-1974)	38
Figura 16 – Rede hidrométrica nacional (EH Principais – EH Secundárias)	40
Figura 17 – Principais cursos de água de Angola	75

Índice de Quadros

Quadro 1. Rede hidrométrica (EH activas - 2017)	13
Quadro 2. Densidade mínima de estações hidrométricas por unidade fisiográfica (WMO, 2008)	15
Quadro 3. EH Principais/prioritárias (Fase I).....	24
Quadro 4. EH Principais/prioritárias (Fase II).....	26
Quadro 5. EH Secundárias (Fase III)	28
Quadro 6. EH a construir - PNUD (ETAPA 2)	31
Quadro 7. EH a reabilitar – PIP (ETAPA 3).....	31
Quadro 8. Custo parcial de manutenção das EH consideradas nas diferentes etapas.....	34

Quadro 9. Custo parcial – Manutenção de veículos	34
Quadro 10. Custo unitário EH equipada com sensor radar (Referência: ELEC NOR, 2016)	35
Quadro 11. Custo parcial – Reposição de equipamentos	35
Quadro 12. Custo total O&M das EH obtido para diferentes etapas	35
Quadro 13. Rede hidrométrica nacional (EH Principais – EH Secundárias)	41

Documentos Relacionados

INARH & NVE, *Programa de Trabalho de Assistência Técnica ao INARH, 2015*

INRH, *Plano de Exploração e Manutenção de Estações Hidrométricas do INRH/MINEA, Abril de 2016*

DNA e NVE, *National Strategy Plan for Rehabilitation of the Hydrometric Network in Angola, Setembro 2004*

DNA e NVE, *Quality Check – Historical Hydrological Data in Angola, Setembro de 2004*

Acrónimos

BD	Base de Dados
BH	Bacia Hidrográfica
EH	Estação Hidrométrica
INRH	Instituto Nacional de Recursos Hídricos
INARH	Instituto Nacional de Recursos Hídricos
INAMET	Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica de Angola
OABH	Órgão de Administração da Bacia Hidrográfica
PIP	Programa de Investimento Público
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PRODEL	Empresa pública de Produção de Electricidade
WMO	World Meteorological Organisation

1. Introdução

A crescente pressão exercida sobre os recursos hídricos mundiais, decorrente do aumento demográfico, da evolução de algumas actividades económicas, nomeadamente, do sector agrícola e industrial, e do progressivo aumento da frequência e dimensão de anomalias climáticas, incrementa consideravelmente a necessidade de se promover uma gestão sustentável deste recurso.

Através da utilização de uma fina discretização da resolução temporal e espacial dos dados hidrológicos, obtidos por uma rede hidrométrica optimizada, incrementa-se significativamente a probabilidade de se disponibilizarem dados hidrométricos de qualidade e adequados aos objectivos pretendidos. Paralelamente, a utilização de novas tecnologias associadas aos sistemas de previsão climática por satélite, radar e através do processamento de modelos climáticos (processamento numérico por computadores), deverá incrementar consideravelmente a qualidade da caracterização hidrológica de bacias hidrográficas (BH) e de outros sistemas ambientais de menor dimensão. O *downscaling* temporal e espacial de dados hidrometeorológicos deverá constituir uma promissora direcção para a investigação futura da ocorrência de eventos extremos, cheias e secas (Mishara & Coulibaly, 2009).

A definição de uma rede hidrométrica tem como objectivo disponibilizar informação hidrológica que consubstancie as seguintes actividades:

- Avaliação quantitativa dos recursos hídricos nacionais e regionais e da sua tendência evolutiva em função do impacto de actividades antropogénicas e de anomalias climáticas;
- Gestão e planeamento da utilização dos recursos hídricos;
- Estimativa dos impactos ambientais, económicos e sociais das práticas correntes ou planeadas de gestão de recursos hídricos;
- Análise e previsão da ocorrência de eventos extremos (e.g. secas e cheias excepcionais);
- Dimensionamento hidráulico de estruturas;
- Gestão de barragens.

A organização mundial de meteorológica (WMO, do inglês World Meteorological Organization) define duas dimensões no que diz respeito ao grau de desenvolvimento de uma rede hidrométrica, que designa por *rede base* e *rede mínima*. A *rede base* deverá proporcionar um nível de informação respeitante a qualquer secção que se encontre na sua região de aplicabilidade, que impeça a disponibilização de informação errónea para o processo de tomada de decisão. Para a prossecução deste objectivo, deverão cumprir-se pelo menos três critérios (WMO, 2008):

- a) Deverá existir um mecanismo que possibilite a transferência de informação hidrológica das secções dos cursos de água em que é recolhida, para qualquer outro local da região (e.g. correlação entre séries de valores de precipitação/escoamento);
- b) Terá que existir uma abordagem que permita quantificar a informação hidrológica existente sobre qualquer local (ou inversamente, o grau de incerteza);
- c) Poderá optar-se pela recolha de mais dados antes de se definir a abordagem final para a transferência de informação hidrológica.

A *rede base* garante uma boa interpolação de dados entre estações hidrométricas (EH) em qualquer ponto coberto pela rede, com um rigor adequado à gestão de recursos hídricos e aos diferentes usos.

Por outro lado, na fase inicial de desenvolvimento de uma EH deverá estabelecer-se a *rede mínima*, composta pelo número mínimo de EH imprescindíveis ao início do processo de planeamento destinado ao desenvolvimento económico dos recursos hídricos.

A dimensão da *rede mínima* deverá impedir deficiências no desenvolvimento e gestão dos recursos hídricos numa escala proporcional ao nível global de desenvolvimento económico do país. Esta rede deverá constituir a base para a expansão com o objectivo de responder a necessidades futuras para objectivos específicos. Quando a *rede mínima* estiver operacional, deverão desenvolver-se relações hidrológicas regionalizadas e modelos que permitam estimar as principais características hidrológicas, incluindo precipitação e escoamento em qualquer local da sua área de influência. No entanto esta rede não permite responder a questões específicas do processo de gestão de recursos hídricos. As estações hidrométrica que constituem a *rede mínima* (de menor densidade), devem ser continuamente monitorizadas e os seus registos devem ser de qualidade.

O processo de optimização da rede hidrométrica baseia-se fundamentalmente na definição do melhor compromisso entre o valor e o interesse da informação hidrológica e os custos inerentes à operação e manutenção da rede (O&M). Assim, com o objectivo de se maximizar a relação custo-efectividade da rede, podem criar-se duas categorias de estações, principais e secundárias. As estações secundárias serão operadas apenas durante o tempo suficiente para que se estabeleçam correlações estáveis com uma ou duas estações principais (período mínimo de dez anos, para que se estabeleça uma normal de longo prazo da EH). Posteriormente, pode estabelecer-se uma nova estação secundária com os equipamentos e fundos que estavam anteriormente alocados à EH descontinuada.

A *rede base* deverá ser ajustada com o tempo até que as relações hidrológicas regionais possam ser desenvolvidas para áreas não monitorizadas (WMO, 2008).

Existem diferentes abordagens metodológicas para promover a otimização de uma rede hidrométrica dos quais importa destacar a realização de um *Inventário entre os utilizadores* e a *Análise multicritério*:

Inventário entre os utilizadores

Os resultados do inventário a realizar entre os utilizadores deverão evidenciar o grau de utilidade de cada uma das EH. O inventário deverá incluir as seguintes questões:

A) Tipo de utilização da EH:

- EH utilizada para gestão e para consubstanciar outros tipos de tomada de decisão;
- EH utilizada para análises regionais de longo prazo dos recursos hídricos existentes;
- EH utilizada para projecto de estruturas hidráulicas e outro tipo de objectivo de planeamento.

B) A utilização dos dados da EH:

- Aviso e previsão de cheias;
- Gestão corrente (navegação, controlo de níveis, gestão de barragens, monitorização de cheias e secas);
- Cumprimento de obrigações legais (descarga mínima a manter);
- Análise estatística de longo-prazo (análise de frequência de cheias, análise de tendências);
- Análise hidrológica regional (equação de regressão regional para definição de quartis, parâmetros regionais de modelos hidrológicos);
- Projecto de estruturas hidráulicas (barragem, captação de água);
- Planificação dos recursos hídricos (planificação da distribuição da água);
- Análise de qualidade da água (qualidade da água, simulação da qualidade da água, intrusão salina).

C) Identificação dos utilizadores da EH:

- Instituições governamentais;
- Entidades gestoras de aproveitamentos hidroeléctricos.

Análise multicritério:

A análise a realizar permitirá diagnosticar as EH tendo como base diferentes critérios/indicadores. A atribuição de pontos a cada um dos critérios permitirá determinar uma classificação global para cada uma das EH e desta forma priorizar a sua continuidade.

Os critérios/indicadores a considerar podem ser diversos, no entanto, sugere-se a seguinte discretização:

- A) Representatividade regional da EH;
 - A EH é representativa de uma BH e/ou de uma região climática?
- B) Área de drenagem da EH;
- C) Dimensão das séries de valores registados na EH:
 - Longevidade da estação (estações de referência com séries de dados > 30 anos);
 - Regularidade das observações de níveis de água (séries com reduzidas falhas).
- D) Grau de correlação entre a estação e outras estações de referência;
- E) Estabilidade da EH ao longo do tempo:
 - Construções a montante ou a jusante da EH podem modificar as condições de escoamento;
- F) Qualidade dos dados recolhidos:
 - Qualidade dos níveis hidrométricos (registos e leituras);
 - Qualidade da curva de vazão: número de medições e estabilidade da curva.
- G) Utilidade da EH (Tendo como base o *Inventário entre os utilizadores*);
 - Previsão de valores de escoamento elevados e reduzidos;
 - Avaliação de escoamento em cursos de água partilhados;
 - Avaliação para gestão dos recursos hídricos (planeamento e apoio à decisão);
- H) Acessibilidade
- I) Critérios económicos
 - Custos de operação;
 - Custo de manutenção.

2. Enquadramento

A África Subsariana engloba grande parte das principais BH do continente africano (Figura 1), onde se encontram quatro dos maiores rios do mundo no que concerne ao volume de escoamento anual (Dai, A. & Trenberth, K. E., 2002):

- n.º 2 - Rio Congo : **1 308 km³/ano**;
- n.º 27 - Rio Niger: **193 km³/ano**;
- n.º 28 - Rio Ogooué: **186 km³/ano**
- n.º 36 - Rio Zambeze: **117 km³/ano**;

Angola partilha dois destes quatro rios, o Congo e o Zambeze, no entanto actualmente não possui estações hidrométricas nas respectivas BH, uma situação que importa inverter para benefício nacional e dos países que partilham as BH. Em anexo a esse documento encontra-se uma figura com a identificação dos principais cursos de água de Angola (*vide* Figura 17).

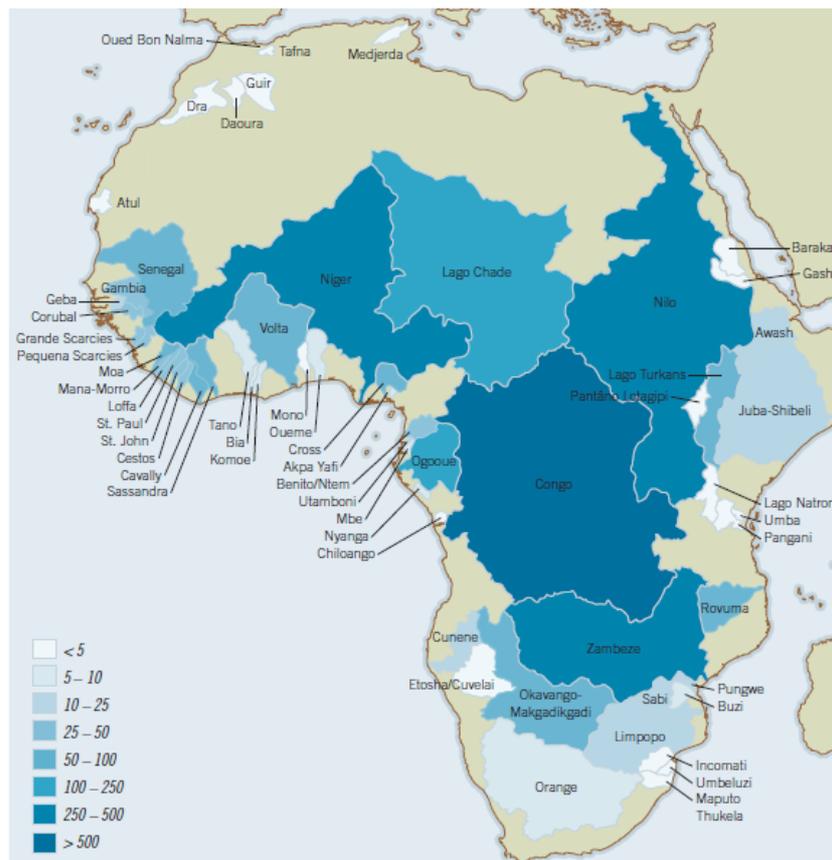


Figura 1 – Volume anual disponível nas principais bacias hidrográficas de África, km³ (Fonte : OCID-NACSE (2007).

A base de dados hidrológicas do Instituto Nacional de Recursos Hídricos (INRH) inclui séries temporais de valores de níveis hidrométricos e medição de caudal que se estendem maioritariamente até 1974, observados em 281 estações ou secções de medição (Figura 2). Posteriormente, este número foi consideravelmente reduzido, em função da condição sociopolítica que prevaleceu entre 1975 e 2002, impossibilitou o processo de operação da rede hidrométrica existente e contribuiu significativamente para a sua degradação.

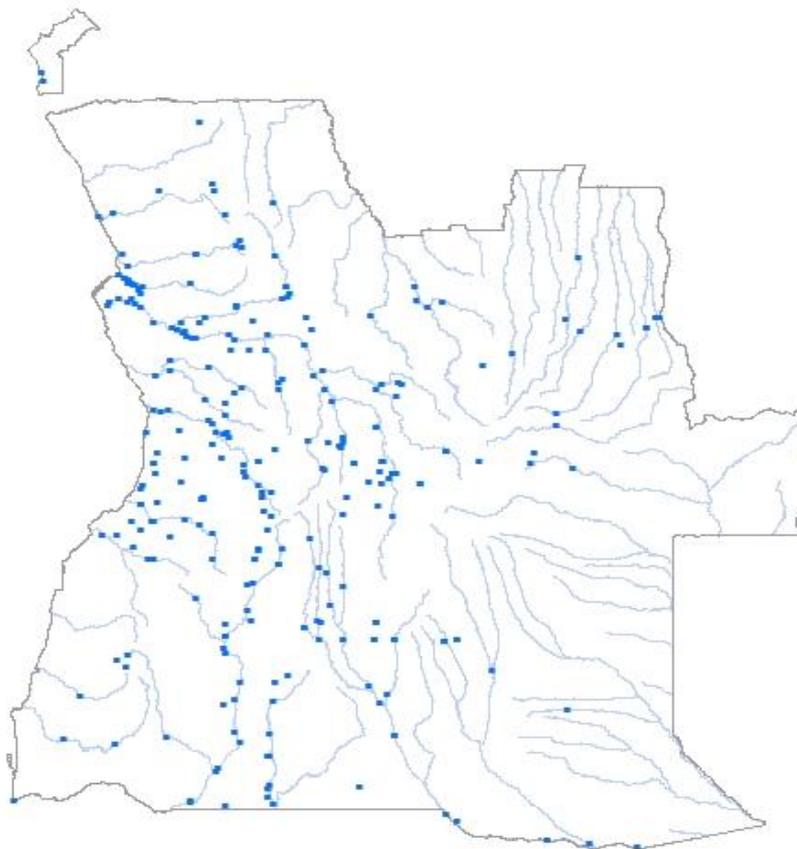


Figura 2 – Estações hidrométricas que possuem registos hidrométricos na base de dados HYDATA

No ano de 2012 iniciou-se o projecto de construção/reabilitação da rede hidrométrica, que actualmente é constituída por 58 estações hidrométricas operacionais (Figura 3). No Quadro 1 podem observar-se as principais características de cada uma das EH.

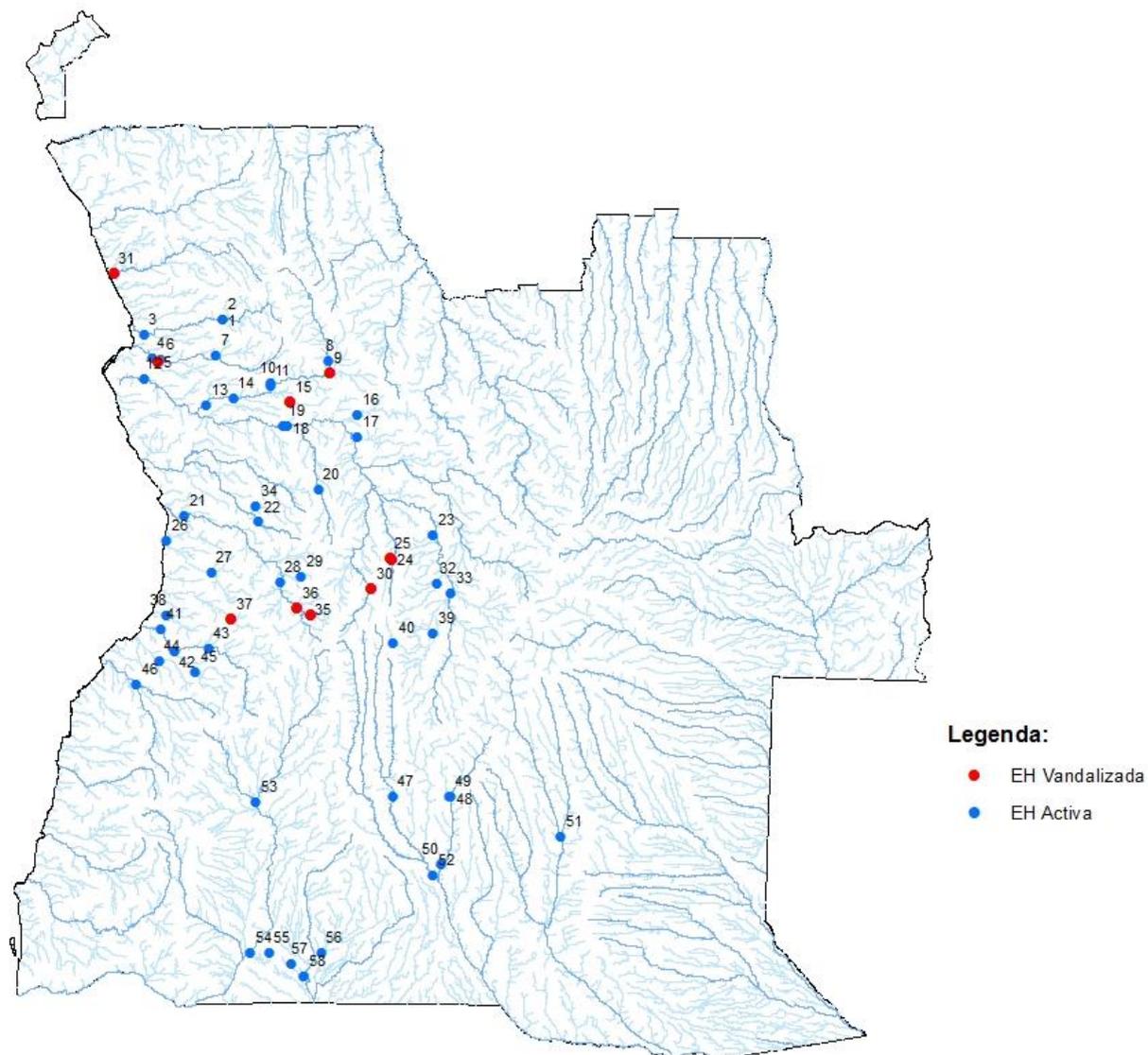


Figura 3 – Estações hidrométricas activas em 2017

Quadro 1. Rede hidrométrica (EH activas - 2017)

Nº	Código	Estação hidrométrica	BH	Curso de água	Lon. (º)	Lat. (º)	Equipamento	Data de início de registo	Entidade responsável
1	601706	Ponte do Dange	Dande	Dande	13.559	-8.606	Radar RLS	26/04/2016	INRH
2	601706	Ponte Luíca	Dande	Luíca	14.602	-8.402	Radar RLS	21/04/2016	INRH
3	601701	Porto Quipiri	Dande	Dande	13.665	-8.914	Radar RLS	27/04/2016	INRH
4	601804	Cabiri I	Bengo	Bengo	13.744	-8.971	Pressão PLS	22/04/2016	INRH
5	601806	Lalama	Bengo	Bengo	14.517	-8.878	Thalimedes	15/06/2016	INRH
6	601814	Quiminha	Bengo	Bengo	13.783	-8.933	Thalimedes	18/07/2016	INRH
7	601810	Fazenda Bom Jardim	Bengo	Zenza	13.558	-9.175	Pressão PLS	15/06/2016	INRH
8	601950	Ponte Sta. Maria	Cuanza	Lucala	17.670	-11.994	Radar RLS	06/05/2016	INRH
9	601949	Calandula	Cuanza	Cole	15.246	-9.244	Radar RLS	06/05/2016	INRH
10	601914	Cariomboia	Cuanza	Cariomboia	16.872	-11.563	Thalimedes	30/04/2016	INRH
11	601931	Lucala	Cuanza	Lucala	16.900	-12.648	Thalimedes	10/05/2016	INRH
12	601902	Bom Jesus	Cuanza	Cuanza	17.475	-11.858	Thalimedes	14/05/2014	INRH
13	601930	Km 34	Cuanza	Lucala	15.883	-10.633	Radar RLS	30/04/2016	INRH
14	601953	Ponte Pinheiro Chagas	Cuanza	Lucala	14.385	-9.521	Thalimedes	28/04/2016	INRH
15	601952	Ponte Quizenga	Cuanza	Lutete	15.246	-9.273	Thalimedes	29/04/2016	INRH
16	601946	Ponte do Cuije	Cuanza	Cuije	16.400	-9.650	Radar RLS	01/02/2015	PRODEL
17	601944	Kangandala	Cuanza	Cuanza	16.400	-9.940	Radar RLS	01/02/2015	PRODEL
18	601970	Capanda (Albufeira)	Cuanza	Cuanza	15.467	-9.799	Radar RLS	01/02/2015	PRODEL
19	601970	Posto 5	Cuanza	Cuanza	15.410	-9.810	Radar RLS	01/02/2015	PRODEL
20	601929	N'Gango	Cuanza	N'gango	15.883	-10.633	Radar RLS	01/02/2015	PRODEL
21	603004	Cachoeiras da Binga	Queve	Queve	15.497	-9.494	Pressão PLS	01/06/2016	INRH
22	602501	Buíá	Longa	Nhia	14.740	-9.435	Thalimedes	04/04/2016	INRH
23	601942	N'Harea	Cuanza	Cuanza	17.416	-11.233	Radar RLS	01/02/2015	PRODEL
24	601916	Capeio	Cuanza	Cunhinga	16.597	-11.939	Radar RLS	07/04/2016	INRH
25	601956	Cune	Cuanza	Cune	15.953	-10.449	Radar RLS	13/05/2016	INRH
26	603202	Quicombo	Quicombo	Quicombo	15.080	-11.051	Thalimedes	16/10/2014	INRH
27	603201	Catanda	Quicombo	Quicombo	15.050	-10.853	Pressão PLS	02/06/2016	INRH
28	603003	Caiovole	Queve	Queve	15.596	-12.203	Thalimedes	19/10/2014	INRH
29	603020	Capoco	Queve	Cunhangama	15.367	-11.850	Thalimedes	12/05/2016	INRH
30	601957	Quedas	Cuanza	Cutato	14.083	-10.988	Radar RLS	14/05/2016	INRH
31	601302	Fazenda Loge	Loge	Loge	15.774	-12.284	Thalimedes	24/04/2016	INRH
32	601922	Chiumba	Cuanza	Cunje	15.660	-11.782	Thalimedes	16/06/2016	INRH
33	601905	Povoação do Cuanza	Cuanza	Cuanza	14.448	-11.735	Pressão PLS	16/05/2016	INRH
34	602505	Catofe	Longa	Catofe	13.850	-11.317	Thalimedes	11/05/2016	INRH
35	603018	Vinganga	Queve	Coléle	14.713	-12.351	Radar RLS	12/05/2016	INRH
36	603001	Alto Hama	Queve	Chile	13.832	-12.300	Radar RLS	11/05/2016	INRH
37	603501	Capeco	Balombo	Balombo	14.231	-13.046	Radar RLS	12/05/2016	INRH

Nº	Código	Estação hidrométrica	BH	Curso de água	Lon. (º)	Lat. (º)	Equipamento	Data de início de registo	Entidade responsável
38	603701	Hanha (Culango)	Cubal da Hanha	Hanha	13.940	-12.770	Radar RLS	04/06/2016	INRH
39	601954	Ponte Cambândua	Cuanza	Coquema	14.407	-12.727	Thalimedes	17/05/2016	INRH
40	601920	Chavaia	Cuanza	Cuquema	13.769	-12.480	Radar RLS	09/04/2016	INRH
41	603809	Biópio II	Catumbela	Catumbela	13.740	-12.890	Pressão PLS	03/06/2016	INRH
41	603805	Caiave	Catumbela	Catumbela	13.430	-13.200	Pressão PLS		SPCB Benguela
43	603808	Lomaum	Catumbela	Catumbela	14.967	-16.738	Radar RLS	19/05/2016	INRH
44	603901	Guvrire	Cavaco	Cavaco	15.042	-14.744	Pressão PLS		SPCB Benguela
45	603804	Cubal da Hanha	Catumbela	Cubal	17.467	-15.700	Radar RLS	20/05/2016	INRH
46	604604	Carivo	Coporolo	Coporolo	17.567	-15.550	Pressão PLS		SPCB Benguela
47	637506	Cuchi	Cubango	Cuchi	16.900	-14.667	Thalimedes	13/09/2014	GABHIC
48	637517	Menongue	Cubango	Cuebe	19.200	-15.167	Thalimedes	19/08/2013	GABHIC
49	637518	Menongue	Cubango	Luahuca	17.700	-14.667	Thalimedes	19/08/2013	GABHIC
50	637503	Capico	Cubango	Cuebe	17.683	-14.667	Thalimedes	18/09/2014	GABHIC
51	637507	Cuito Cuanavale	Cubango	Cuito	13.156	-7.806	Thalimedes	12/10/2013	GABHIC
52	637501	Caiundo	Cubango	Cubango	16.841	-11.537	Thalimedes	13/10/2013	GABHIC
53	607352	Matala	Cunene	Cunene	15.898	-10.514	Radar RLS	23/05/2016	GABHIC
54	607322	Xangôngo	Cunene	Cunene	14.602	-8.402	Pressão PLS	21/05/2016	GABHIC
55	607704	Oshakanti	Cuvelai	Cuvelai	15.224	-16.728	Ecolog500	01/04/2015	SPCB Cunene
56	607705	Amhangue (Oshakani)	Cuvelai	Cuvelai	15.525	-16.869	Ecolog500	01/04/2015	SPCB Cunene
57	607706	Kafuca	Cuvelai	Cuvelai	15.702	-17.040	Ecolog500	01/04/2015	SPCB Cunene
58	607707	Okapale (Ondjiva)	Cuvelai	Cuvelai	15.940	-16.730	Ecolog500	01/04/2015	SPCB Cunene

Tendo em consideração o valor correspondente à densidade mínima de estações hidrométricas recomendada pela Organização Meteorológica Mundial (WMO, 2018), para regiões montanhosas/semi-montanhosas e planícies interiores, 1 875 km² por estação (Quadro 2), conclui-se que a rede hidrométrica deveria ter no mínimo 665 estações, o que significa que actualmente a rede existente tem aproximadamente 8% da dimensão mínima desejável.

Quadro 2. Densidade mínima de estações hidrométricas por unidade fisiográfica (WMO, 2008)

Unidade fisiográfica	Área por EH (km²)
Região costeira	2 750
Região montanhosa	1 000
Planície interior	1 875
Região montanhosa/ ondulada	1 875
Pequenas ilhas	300
Áreas urbanas	-
Região polar/árida	20 000

Pela importância que tem para o processo de gestão dos recursos hídricos, a recuperação/expansão da rede hidrométrica é uma das principais prioridades do Instituto Nacional de Recursos Hídricos (INRH). Não obstante, trata-se de um processo de difícil implementação e consolidação, em função da dimensão da área do território nacional a monitorizar e da complexidade que está associada aos processos de O&M da rede.

3. Abordagem metodológica

Em função dos objectivos pretendidos a WMO define três tipos distintos de EH (WMO, 2008):

- **EH principais ou primárias:** Estações permanentes, adequadamente e continuamente monitorizadas, utilizadas como referência para análises estatísticas;
- **EH secundárias:** Mantidas durante o tempo suficiente para que se consigam estabelecer correlações significativas com os dados obtidos nas estações primárias;
- **EH especiais:** Construídas com um objectivo específico, previsão de cheias, gestão de barragens, avaliação de perímetros irrigados, navegação.

Após a análise da localização das EH activas em função dos recentes projectos de reabilitação da rede hidrométrica, e após se ter constatado a ausência de uma classificação das EH (e.g. EH principais, secundárias e especiais), conclui-se que as mesmas aparentam ter sido reabilitadas sem a ponderação do seu uso em particular (*vide* Figura 3). O critério utilizado parece ter sido a proximidade a Luanda, a facilidade de acesso e a consideração de secções que no passado eram monitorizadas e que em alguns casos possuíam séries de valores de escoamento relevantes.

Assim, e com o objectivo de se conceptualizar a evolução da rede hidrométrica tendo como base uma abordagem estruturada, que permita consubstanciar a optimização da rede hidrométrica e da sua sustentabilidade operativa, optou-se pela consideração de três tipos de EH e por três fases temporais de reabilitação/construção distintas:

- **EH principais/prioritárias (Fase I)** – EH prioritárias que constituirão a rede mínima necessária para descrever as condições hidrológicas de Angola;
- **EH principais (Fase II)** – EH principais, que complementarão a caracterização das condições hidrológicas de Angola;
- **EH secundárias (Fase III)** – Mantidas durante o tempo suficiente para que se consiga estabelecer correlações significativas com os dados obtidos nas estações principais.

A selecção das secções dos cursos de água que importa monitorizar baseou-se na conjugação dos princípios que usualmente regem o processo de conceptualização de uma rede hidrométrica, com as principais características fisiográficas e climáticas que caracterizam o país:

- **Devem ser repostas estações extintas, que possuam um histórico de registos com qualidade e/ou que encerrem séries extensas de dados hidrométricos (vide Figura 4);**
- **Devem existir EH ao longo dos cursos de água principais** para que se possam estabelecer interpolações entre as séries de valores observados (se a diferença de escoamento entre duas EH é inferior à margem de erro da medição, então não será necessário instalar-se EH, intermédias);
- **Devem existir EH nas secções de jusante dos principais cursos de água,** imediatamente a montante da foz (fora da zona de influência da maré);
- **Devem existir EH na fronteira de montante, e caso exista, na fronteira de jusante dos cursos de água internacionais;**
- **Devem existir EH nos troços de jusante dos principais tributários e nas secções de montante dos cursos de água principais.**
- **Devem existir EH no curso de água principal a montante e a jusante da secção de afluência de grandes tributários;**
- Devem existir EH nos **cursos de água que passem por ou perto de uma cidade onde ocorra uma importante captação de água,** deve instalar-se uma estação a montante e a jusante da cidade (usado para previsão de inundações, dimensionamento hidráulico de captações de água);
- Devem existir EH **nos cursos de água que passem por ou perto de um grande perímetro irrigado** onde ocorra uma importante captação de água. Deverá instalar-se uma estação a montante e a jusante do perímetro;
- Em lagos e albufeiras as EH devem localizar-se, perto das secções de efluência e a jusante de barragens, e no caso das albufeiras nas secções de afluência localizadas na zona de regolfo, se possível em cada um dos principais tributários. As condições hidrodinâmicas são um factor importante na selecção de secções em cursos de água. É aconselhável que as estações estejam localizadas em cursos de água com regime natural e que não sejam afectados pelo escoamento dos rios tributários, pela operação de barragens ou pelo efeito de maré (Borden & Roy, 2015).
- Um tributário de interesse particular deve ser monitorizado por uma EH localizada no tributário (EH secundária). O escoamento de um pequeno tributário não é estimado com rigor através da subtracção dos valores de escoamento medidos a montante e a jusante da sua confluência com o curso de água principal;

- Sempre que possível as EH principais devem localizar-se em cursos de água de regime natural;
- Devem existir EH em secções que tenham grandes variações de caudal;
- Devem existir EH em secções nas quais se prevê que se possam construir grandes estruturas;
- A localização específica das estações hidrométricas deve ser função **das características topográficas, geológicas e climáticas** (e.g. o escoamento varia significativamente com a altitude nas regiões montanhosas; em áreas climatologicamente homogéneas o número de estações hidrométricas pode ser minimizado). **Devem existir EH em secções localizadas imediatamente a jusante de zonas montanhosas.** A *rede base* deve monitorizar equitativamente todas as partes de uma região montanhosa, do sopé das montanhas às áreas de maior elevação. A rede deve incluir estações hidrométricas localizadas em bacias hidrográficas de reduzida dimensão, distribuídas um pouco por todo o território, cujo clima seja representativo da região em que se inserem, em especial em áreas com elevada densidade populacional (*vide* figuras 5, 6 e 7);
- Sempre que possível as EH devem localizar-se em **zonas de fácil acesso de forma a facilitar a sua operação e a minimizar os custos associados** (*vide* Figura 6).

Nos pontos que se seguem enumeram-se as principais variáveis consideradas durante o processo de triagem realizado, que em conjunto com os princípios elencados anteriormente consubstanciaram a identificação de secções relevantes para o desenvolvimento do estudo:

- 1) Localização de estações hidrométricas da rede histórica nacional para as quais existem séries relevantes de níveis hidrométricos e/ou de caudais (Figura 4);
- 2) Distribuição espacial do escoamento médio anual (Figura 5);
- 3) Distribuição espacial da temperatura média anual (Figura 5);
- 4) Hipsometria (Figura 6);
- 5) Acessos (Figura 6);
- 6) Necessidades de água por unidade hidrográfica (Figura 7);
- 7) Densidade populacional (Figura 7).

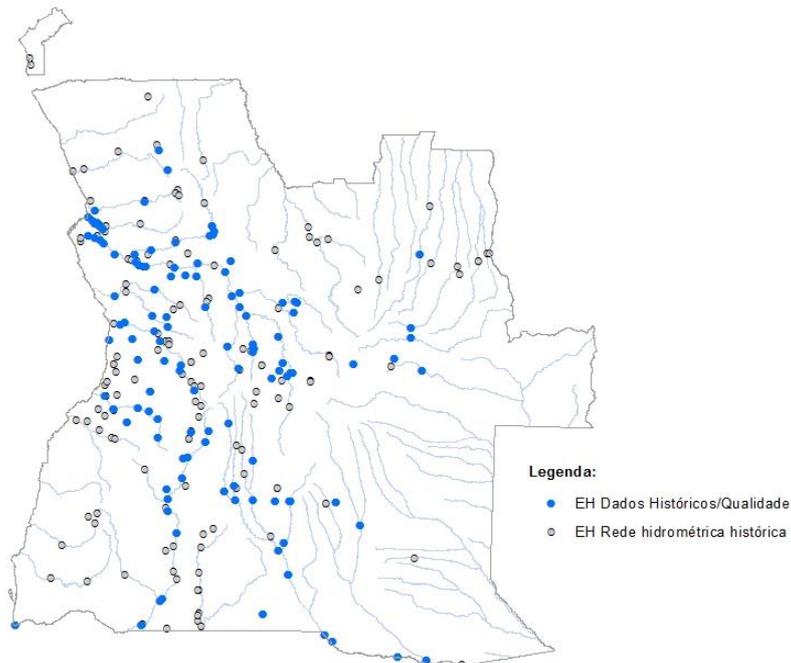


Figura 4 – Estações hidrométricas da rede histórica nacional para as quais existem séries relevantes de níveis hidrométricos e/ou de caudais (INRH - BD HYDSTRA)

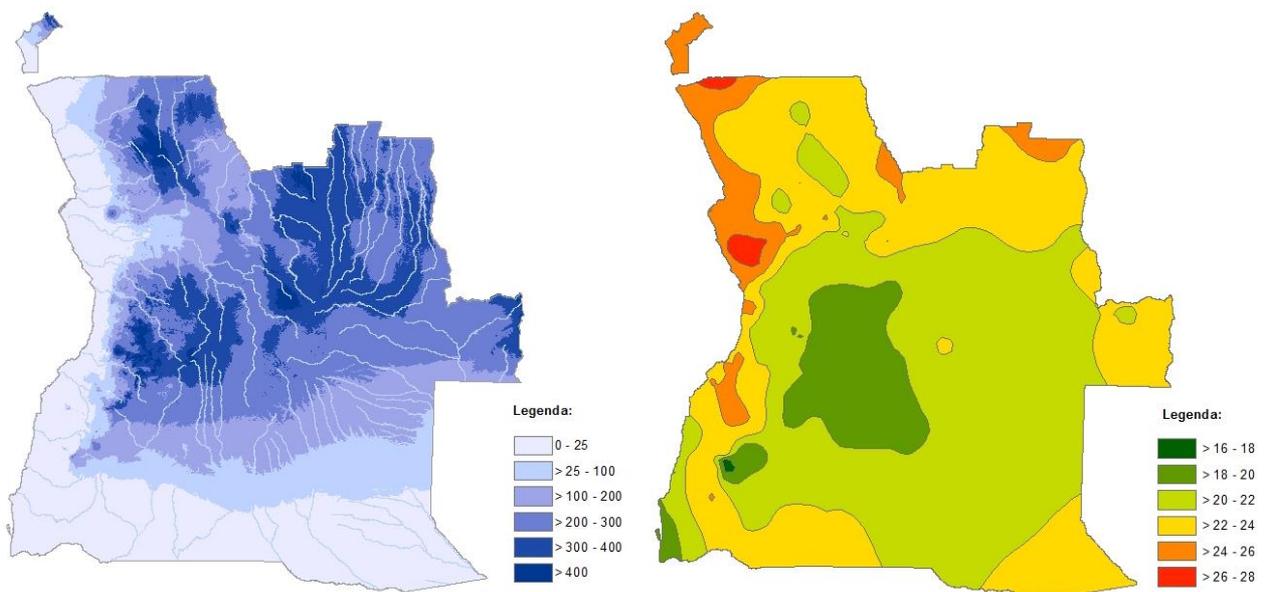


Figura 5 – Escoamento médio anual (mm) versus Temperatura média anual (°C) (Fonte: COBA, 2017)

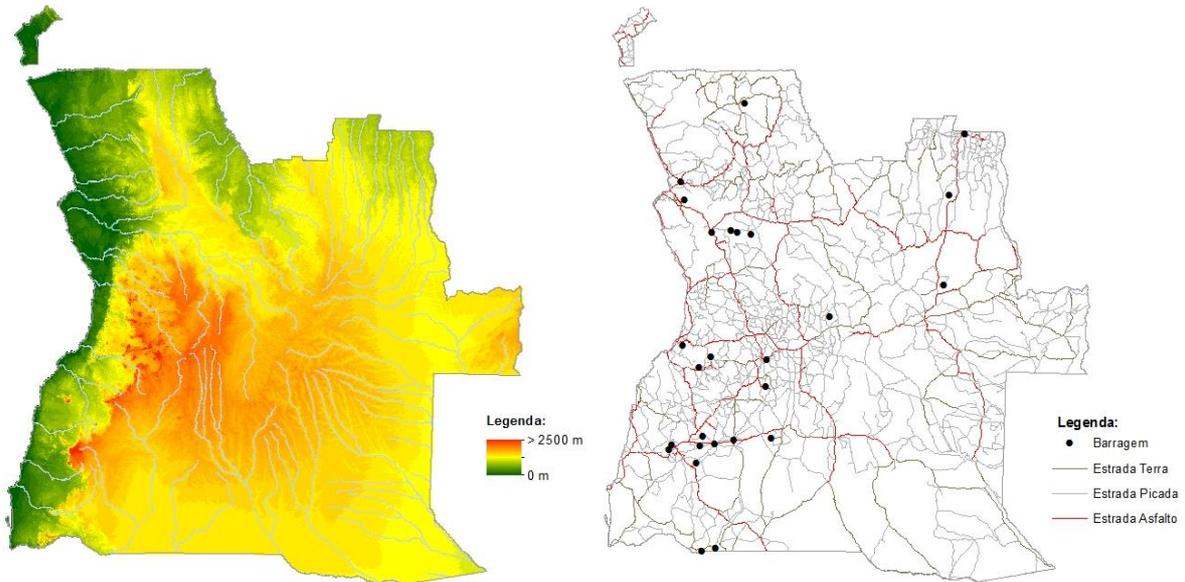


Figura 6 – Hipsometria (Altitude, m) (Fonte: COBA,2014) versus Localização de barragens e principais estradas de acesso nacionais (°C) (FAO, 2006)

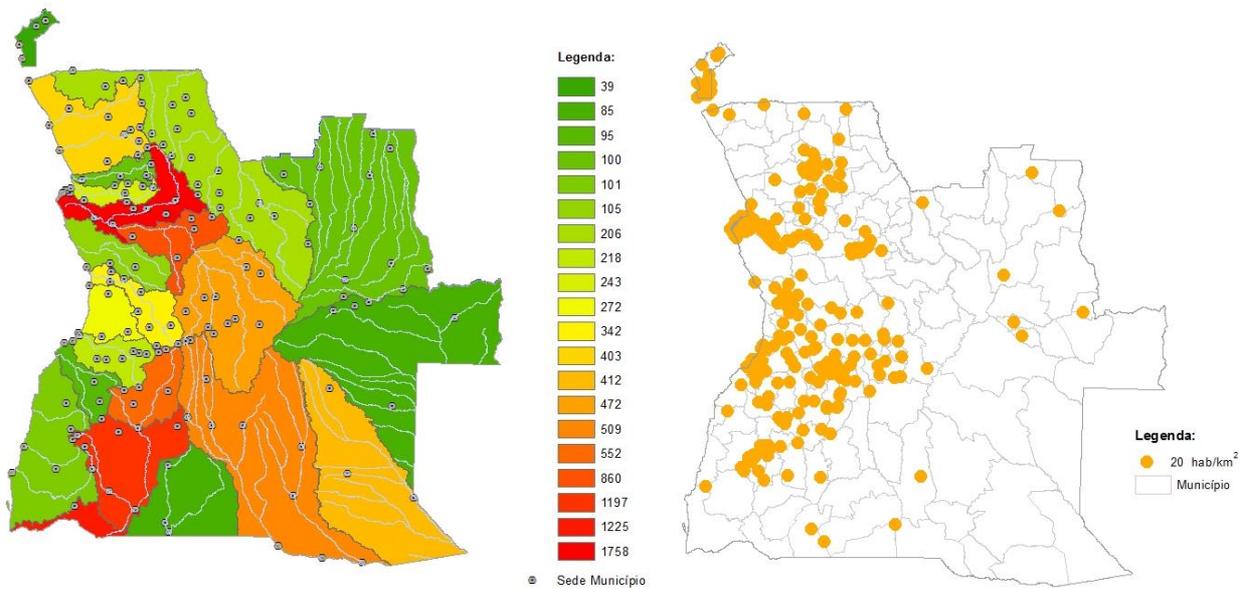


Figura 7 – Necessidades de água (hm^3/ano) versus Densidade populacional/Município ($20 \text{ hab}/km^2$) (Fonte: COBA, 2017)

4. Resultados obtidos – Reabilitação/Expansão da rede hidrométrica

Tendo em consideração os pressupostos descritos no Capítulo 3 seleccionaram-se 40 potenciais secções de cursos de água relevantes em particular para o processo de caracterização hidrológica do país e que complementarão a *rede mínima* de monitorização:

- **EH principais/prioritárias (Fase I)** – 23 (Figura 8);
- **EH principais (Fase II)** – 17 (Figura 9);

Adicionalmente, seleccionaram-se 26 **EH secundárias (Fase III)** (Figura 10), que deverão ser mantidas durante o tempo suficiente para que se consiga estabelecer correlações significativas com os dados obtidos nas estações principais (período temporal nunca inferior a 10 anos hidrológicos). Posteriormente, as **EH secundárias** poderão ser realocadas em regiões alternativas que importe monitorizar, com o objectivo de se otimizar a capacidade de monitorização da rede hidrométrica em função das necessidades existentes.

Nos quadros 3, 4 e 5 podem observar-se as principais características de cada uma das secções seleccionadas. Importa referir que apesar de se terem priorizado secções que se encontravam monitorizadas pela antiga rede hidrométrica, em alguns casos, foi necessário definir secções novas, com o intuito de ajustar as necessidades de monitorização ao contexto actual inerente ao processo de gestão de recursos hídricos:

- 23 **EH principais/prioritárias (Fase I)**, 78.3 % das EH (18), localizam-se em secções que eram monitorizadas pela antiga rede hidrométrica;
- 17 **EH principais (Fase II)**, 11.8 % das EH (2), localizam-se em secções que eram monitorizadas pela antiga rede hidrométrica;
- 26 **EH secundárias (Fase III)**, 57.7% das EH (15), localizam-se em secções que eram monitorizadas pela antiga rede hidrométrica;

Globalmente, conclui-se que 53% das secções seleccionadas encontram-se em secções que eram monitorizadas pela antiga rede hidrométrica.

Não obstante a análise realizada importa referir que a identificação da secção exacta para a construção de uma EH, carece de uma caracterização mais aprofundada que permita validar, entre outras variáveis, o tipo de escoamento que caracteriza o curso de água, o perfil transversal da secção em análise, a existência de obstruções no curso de água e as condições de acesso.

Em anexo a este documento encontra-se uma análise mais detalhada das principais características dos cursos de água e dos dados históricos, quando existentes, (caudal, nível, curva de vazão), de

cada uma das 23 **EH principais/prioritárias (Fase I)**. A secção mais adequada para a monitorização de cada um dos cursos de água em análise, poderá não coincidir com a localização da EH da antiga rede hidrométrica. Quando a variação é significativa identificou-se a distância ao longo do curso de água, entre a nova e a antiga secção. Ainda neste contexto importa referir que a reabilitação da EH 19, Tampa, localizada no rio Bero, implica a reconstrução da EH e de um descarregador que regule o escoamento.

Posteriormente, após a reabilitação/construção e consolidação do processo de operação das EH prioritárias, deverá realizar-se uma análise idêntica, para que se possa aferir com mais rigor a localização das EH hidrométricas seleccionadas para as fases II e III.

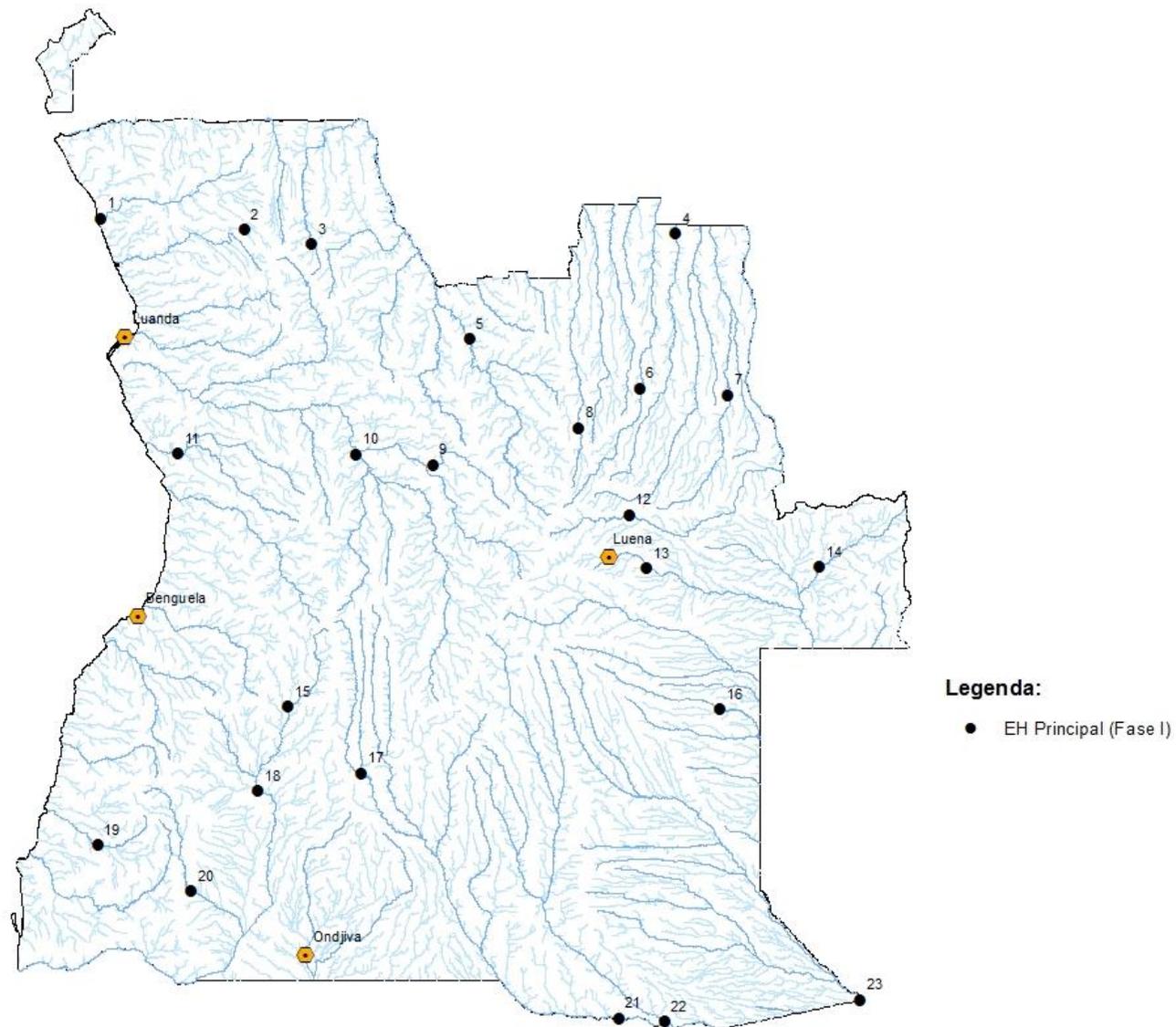


Figura 8 – EH Principais/prioritárias (Fase I)

Quadro 3. EH Principais/prioritárias (Fase I)

Nº	Código	Estação hidrométrica	BH	Curso de água	Lon. (º)	Lat. (º)
1	601103	Mbridge	M'Bridge	M'bridge	12.920	-7.203
2	601101	Fazenda Loa	M'Bridge	Loa	14.895	-7.354
3	430504	Ponte (Alfangeda)	Zaire/Congo	Cuilo	15.825	-7.552
4	430521	Chitato (Dundo)	Zaire/Congo	Luachimo	20.850	-7.403
5	430508	Borio	Zaire/Congo	Cuango	18.003	-8.839
6	430502	Saurimo	Zaire/Congo	Chicapa	20.354	-9.503
7	430505	Machata	Zaire/Congo	Luembe	21.572	-9.599
8	430513	Alto Cuilo	Zaire/Congo	Cuilo	19.509	-10.039
9	601958	Rimba Luquembo	Cuanza	Jombo	17.497	-10.536
10	601906	Cauisso	Cuanza	Cuanza	16.437	-10.397
11	602504	Capolo	Longa	Longa	13.985	-10.390
12	430503	Ponte	Zaire/Congo	Cassai	20.206	-11.216
13	627402	Chafinda	Zambeze	Luená	20.448	-11.924
14	627404	Cazombo	Zambeze	Zambeze	22.829	-11.909
15	607314	Jamba ia Homa	Cunene	Cunene	15.500	-13.777
16	627407	Luanguinga	Zambeze	Luanguinga	21.460	-13.811
17	637513	Mumba	Cubango	Cubango	16.516	-14.664
18	607324	Capelongo	Cunene	Cunene	15.090	-14.895
19	606701	Tampa	Bero	Bero	12.871	-15.610
20	607303	Cova do Leão	Cunene	Caculuar	14.162	-16.223
21	637516	Sambio	Cubango	Cubango	20.059	-17.885
22	637510	Dirico	Cubango	Cuito	20.695	-17.930
23	627419	Luiana	Cuando	Cuando	23.397	-17.643

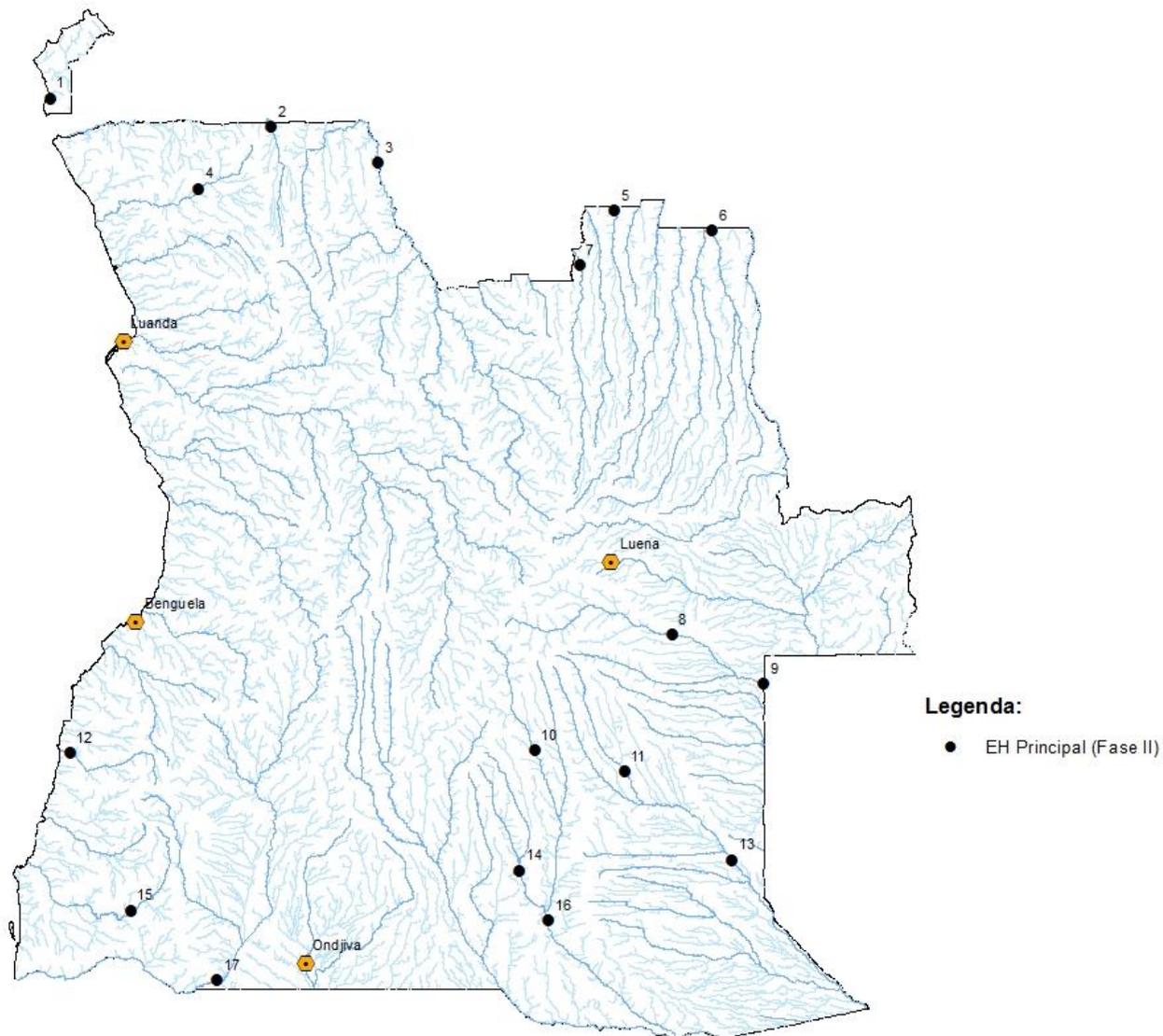


Figura 9 – EH principais (Fase II)

Quadro 4. EH Principais/prioritárias (Fase II)

Nº	Código	Estação hidrométrica	BH	Curso de água	Lon. (º)	Lat. (º)
1	400401	Cabinda	N'Hama	Locula	12.250	-5.550
2	430527	Quimbele	Zaire/Congo	Inkisi	15.270	-5.929
3	430526	Cuango	Zaire/Congo	Cuango	16.732	-6.416
4	601104	Caluca	M' Bridge	M' Bridge	14.277	-6.771
5	430523	Satchissenga	Zaire/Congo	Luxico	19.973	-7.066
6	430522	Calé - Chiumbe	Zaire/Congo	Luembe	21.300	-7.332
7	430511	Muazaza	Zaire/Congo	Cuilo	19.487	-7.797
8	627414	Alto-Cuilo	Zambeze	Lungé-Bungo	20.756	-12.739
9	627415	Muanga	Zambeze	Lungé-Bungo	22.007	-13.388
10	637542	Dundo	Cubango	Cuito	18.874	-14.267
11	627415	Capolo	Cuando	Cuando	20.102	-14.544
12	606001	Bentiaba	Bentiaba	Bentiaba	12.519	-14.301
13	627418	Neriquinha	Cuando	Cuando	21.576	-15.705
14	637543	Baixo Longa	Cubango	Longa	18.671	-15.846
15	607201	Maxaxa	Curoca	Curoca	13.350	-16.367
16	637544	Nancova	Cubango	Cuíto	19.069	-16.493
17	607302	Calueque	Cunene	Cunene	14.533	-17.267

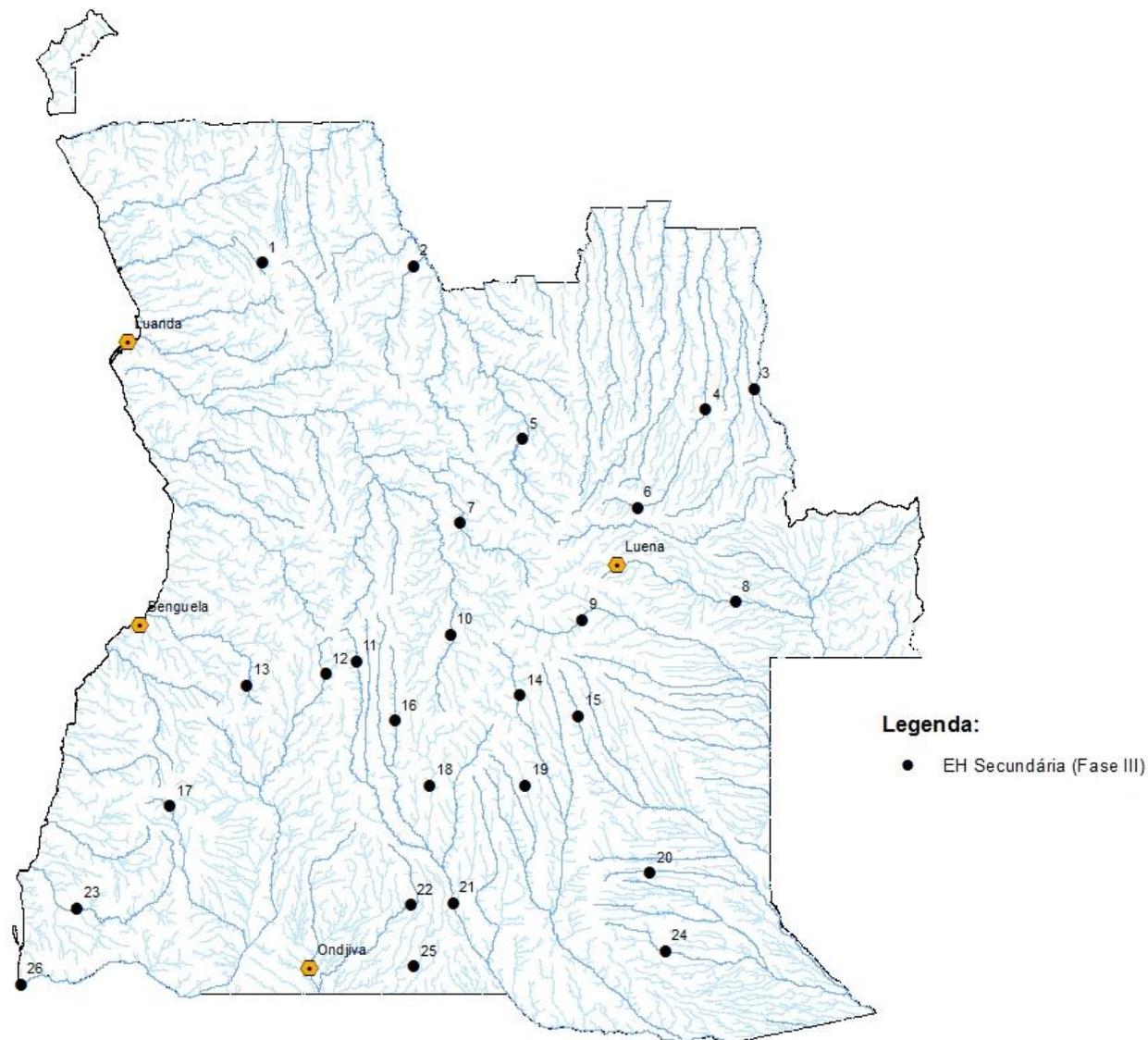


Figura 10 – EH Secundárias (Fase III)

Quadro 5. EH Secundárias (Fase III)

Nº	Código	Estação hidrométrica	BH	Curso de água	Lon. (º)	Lat. (º)
1	601301	Barragem	Loge	Luquixe	15.083	-7.750
2	430525	Mazabana	Zaire/Congo	Cambo	17.148	-7.796
3	430517	Muhungo	Zaire/Congo	Cassai	21.800	-9.433
4	430511	Muanzanza	Zaire/Congo	Tchihumbe	21.132	-9.712
5	430524	Tchigico	Zaire/Congo	Cuango	18.638	-10.106
6	430501	Dala	Zaire/Congo	Chiumbe	20.200	-11.017
7	601911	Capunda	Cuanza	Luando	17.788	-11.223
8	627413	Ngandu	Zambeze	Luena	21.534	-12.269
9	627408	Lungué-Bungo	Zambeze	Lungué-Bungo	19.452	-12.503
10	601961	Umpulo	Cuanza	Cuanza	17.650	-12.700
11	637508	Chinhama	Cubango	Cubango	16.367	-13.050
12	607323	Samboto	Cunene	Cunene	15.950	-13.217
13	603806	Chicama	Catumbela	Catumbela	14.883	-13.367
14	637545	Salumana	Cubango	Cuito	18.600	-13.496
15	627420	Mavunda	Cuando	Nquembo	19.393	-13.772
16	637504	Camue	Cubango	Cacuchi	16.890	-13.833
17	607356	Thiveca	Cunene	Cacluvar	13.835	-14.956
18	637514	Missao Velha	Cubango	Cuelel	17.367	-14.683
19	637515	Ponte	Cubango	Quiriri	18.667	-14.683
20	627409	Mavinga	Cuando	Mavunge	20.370	-15.820
21	637512	Mucundi	Cubango	Cubango	17.683	-16.217
22	607713	Tchimporo	Cuvelai	Thimpolo	17.108	-16.239
23	607202	Pediva	Curoca	Curoca	12.567	-16.283
24	627421	Luengue	Cuando	Luengue	20.573	-16.841
25	637511	Foz do Cuatiri	Cubango	Cubango	17.150	-17.033
26	607311	Foz do Cunene	Cunene	Cunene	11.800	-17.267

5. Expansão consolidada de rede hidrométrica

O processo de reconstrução e operação de uma rede hidrométrica é complexo, e moroso pelo que importa estruturar uma abordagem concertada no tempo, que facilite o processo de planeamento, para que todas as componentes do sistema estejam totalmente alinhadas.

Neste contexto, e tendo em consideração os projectos em curso, por concluir e planeados definiu-se uma abordagem metodológica descritizada por seis etapas distintas:

- 1) **ETAPA 1** – Reconstrução de estações hidrométricas vandalizadas;
- 2) **ETAPA 2** – Construção de três estações hidrométricas e de cinco escalas limnimétricas na BH do rio Cuvelai recorrendo a financiamento proveniente do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) em Angola (*vide* Figura 11, Quadro 6);
- 3) **ETAPA 3** – Reabilitação/Construção de 21 EH reabilitadas/construídas com fundos do Programa de Investimento Público (PIP) (*vide* Figura 11, Quadro 7);
- 4) **ETAPA 4** – Reabilitação/Construção de 23 EH principais/prioritárias (Fase I) (*vide* Figura 8, Quadro 3);
- 5) **ETAPA 5** – Reabilitação/Construção de 17 EH principais (Fase II) (*vide* Figura 9, Quadro 4);
- 6) **ETAPA 6** – Reabilitação/Construção de 26 EH secundárias (Fase III) (*vide* Figura 10, Quadro 5);

Importa referir que o desenvolvimento das ETAPAS 3, 4 e 5, depende da operacionalização dos OABH com sede em Luena, Ondjiva e Benguela. Os recursos humanos e financeiros não devem depender de financiamento externo e o grau de formação dos hidrometristas deve ser elevado.

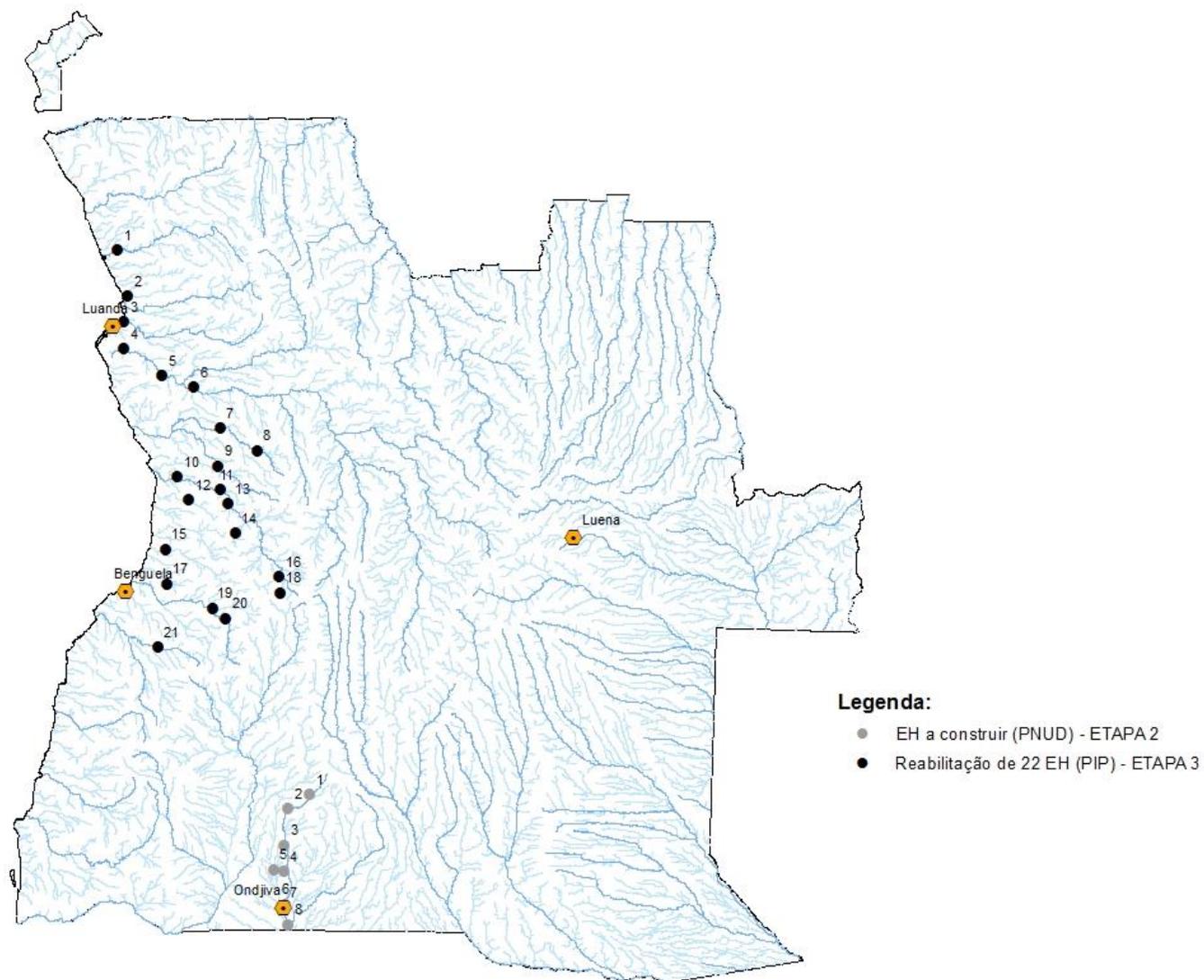


Figura 11 – EH a construir/reabilitar – ETAPAS 2 e 3

Quadro 6. EH a construir - (ETAPA 2)

Nº	Código	Estação hidrométrica	BH	Curso de água	Lon. (º)	Lat. (º)	Equipamento	Entidade responsável
1	607701	Vinhate	Cuvelai	Cuvelai	16.112	-15.458	Hidroclimatológica	GABHIC
2	607702	Cuvelai	Cuvelai	Cuvelai	15.795	-15.662	Hidroclimatológica	GABHIC
3	607703	Mupa	Cuvelai	Cuvelai	15.742	-16.183	Hidroclimatológica	GABHIC
4	607708	Evale	Cuvelai	Cuvelai	15.737	-16.550	Escala	GABHIC
5	607709	Mui	Cuvelai	Mui	15.582	-16.526	Escala	GABHIC
6	607710	Ondjiva II	Cuvelai	Cuvelai	15.757	-17.019	Escala	GABHIC
7	607711	Ondjiva II	Cuvelai	Cuvelai	15.733	-17.065	Escala	GABHIC
8	607712	Nacamunde	Cuvelai	Cuvelai	15.807	-17.309	Escala	GABHIC

Quadro 7. EH a reabilitar – PIP (ETAPA 3)

Nº	Código	Estação hidrométrica	BH	Curso de água	Lon. (º)	Lat. (º)	Equipamento	Entidade responsável
1	601303	Freitas Morna	Loge	Loge	13.333	-7.732	Thalimedes	INRH
2	601601	Libongo I	Lifune	Lifune	13.469	-8.390	Thalimedes	INRH
3	601808	Quifangondo	Bengo	Bengo	13.417	-8.750	Thalimedes	INRH
4	601919	Calumbo	Cuanza	Cuanza	13.417	-9.133	Thalimedes	INRH
5	601938	Muxima	Cuanza	Cuanza	13.967	-9.517	Thalimedes	INRH
6	601923	Dondo	Cuanza	Cuanza	14.417	-9.683	Thalimedes	INRH
7	602506	Quissuca	Longa	Longa	14.800	-10.267	Thalimedes	INRH
8	602503	Cariango	Longa	Longa	15.333	-10.583	Thalimedes	INRH
9	602502	Cassongo	Longa	Nhia	14.767	-10.800	Thalimedes	INRH
10	603010	Hinchingo	Queve	Chilo	14.183	-10.950	Thalimedes	INRH
11	603009	Ginga	Queve	Queve	14.800	-11.133	Thalimedes	INRH
12	603101	Ganja	N'gunza	N'gunza (Cambogo)	14.350	-11.283	Thalimedes	INRH
13	603011	Jangada Amboiva	Queve	Queve	14.917	-11.333	Thalimedes	INRH
14	603008	Gongo	Queve	Covele	15.017	-11.750	Thalimedes	INRH
15	603502	Canjala	Balombo	Balombo	14.000	-11.983	Thalimedes	INRH
16	603007	Chitamera	Queve	Cuito	15.650	-12.367	Thalimedes	INRH
17	604602	Pinde	Coporolo	Cui	14.017	-12.467	Thalimedes	INRH
18	603023	Samaina	Queve	Calongue	15.667	-12.600	Thalimedes	INRH
19	603803	Cuiva	Catumbela	Cuiva	14.683	-12.817	Thalimedes	INRH
20	603807	Lupomba	Catumbela	Catumbela	14.883	-12.967	Thalimedes	INRH
21	604601	Coporolo	Coporolo	Coporolo	13.883	-13.367	Thalimedes	INRH

5.1. Custo de operação e manutenção associado às diferentes etapas de evolução da rede hidrométrica

A expansão de uma rede hidrométrica está invariavelmente ligada ao custo associado à sua O&M. Neste contexto e tendo em consideração o incremento projectado neste estudo para o número de EH, optou-se pela inclusão neste documento de uma estimativa da evolução do custo subjacente à O&M da rede hidrométrica, descritizada pelas diferentes etapas consideradas, excluindo o custo da instalação do OABH, salários, seguros e aquisição de veículos:

- **Custo parcial de manutenção de uma EH** – 753 774 kz/ano por estação (Referência: Plano de Operação e Manutenção de Estações Hidrométricas do INRH/MINEA - QQRH_E170417_INRH_PlanoManutenção).

Nas figuras 12 e 13 pode observar-se a localização de 37 EH que se encontram sob tutela do INRH e o custo associado à concretização de cada um dos trajectos que importa percorrer para a sua O&M, respectivamente, e que serviram de base ao estudo anteriormente referenciado.

Os valores obtidos para cada trajecto foram obtidos em função dos seguintes valores unitários:

- Subsídio de deslocação (Técnico): 18 750 kz/dia (6 técnicos)
- Subsídio Zelador: 10 000 kz/mês; (15 zeladores)
- Consumo veículos (Land Cruiser): 0.097 L/km;
- Gasóleo: 135 kz/L;
- Distância percorrida: 93 247 km

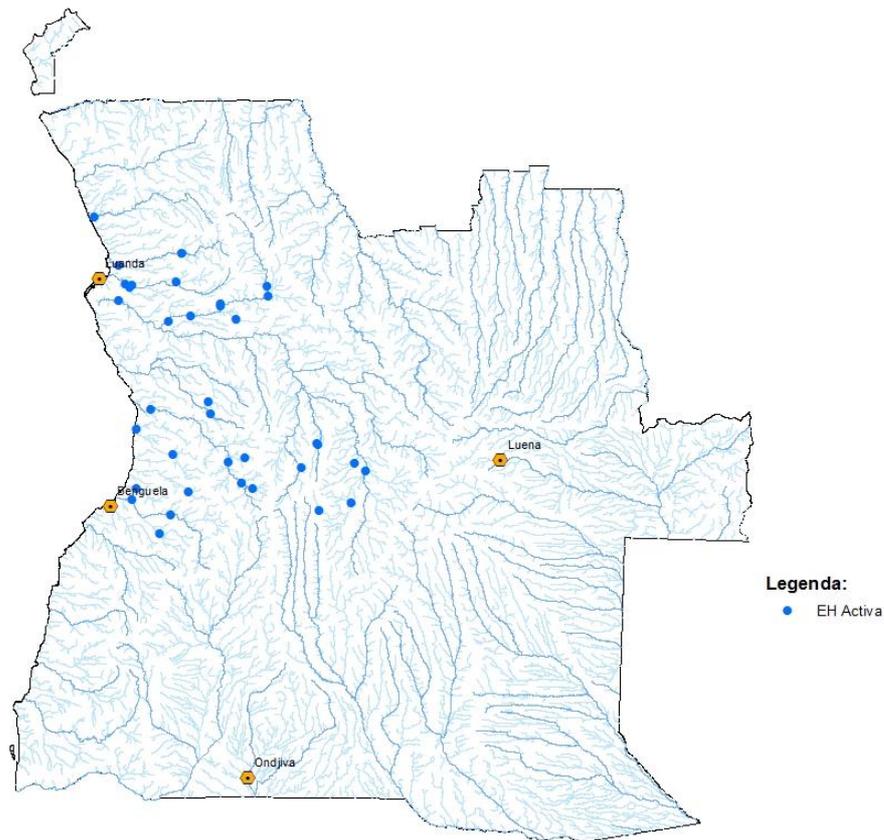


Figura 12 – EH activas consideradas no processo de quantificação de custos de operação (37 EH que se encontram sob a tutela do INRH)

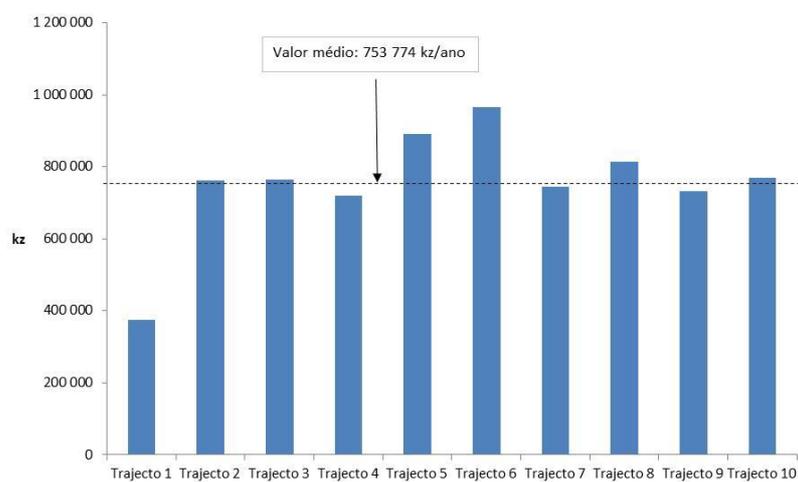


Figura 13 – Custo médio associado a cada trajecto considerado para o processo de O&M de 37 EH que se encontram sob tutela do INRH

Perante a impossibilidade, nesta fase de desenvolvimento do plano de expansão da rede hidrométrica de se estabelecerem percursos destinados à O&M das EH previstas, a partir da sede dos OABH (Luena, Ondjiva, Benguela e Luanda), e tendo em consideração que a área a percorrer relativamente à localização de cada uma das sedes dos OABH, deverá ter uma dimensão semelhante à área que actualmente terá quer ser percorrida para a O&M das EH do INRH, optou-se, no âmbito do desenvolvimento do presente estudo, por se considerar o valor médio anual por EH, obtido, tendo em consideração todos os trajectos considerados para a O&M das EH sob tutela do INRH, 753 774 kz/ano (Figura 13) (Quadro 8).

Quadro 8. Custo parcial de manutenção das EH consideradas nas diferentes etapas

ETAPA	N.º EH	Nº de hidrometristas	Nº de Zeladores	Custo associado (kz)
Etapa 1	58	6	15	43 718 881
Etapa 2	66	7	17	49 749 071
Etapa 3	89	9	23	67 085 868
Etapa 4	112	12	29	84 422 666
Etapa 5	129	13	33	97 236 821
Etapa 6	155	16	40	116 834 940

- **Custo associado à manutenção de veículos** – 155 000 kz/mês por veículo (Referencia: SERVENG – *Arquitectura e Engenharia* – veículos utilizados na fiscalização de obras) (Quadro 9);

Quadro 9. Custo parcial – Manutenção de veículos

ETAPA	N.º EH	N.º de veículos	Custo associado (kz)
Etapa 1	58	3	5 400 000
Etapa 2	66	3	6 144 828
Etapa 3	89	5	8 286 207
Etapa 4	112	6	10 427 586
Etapa 5	129	7	12 010 345
Etapa 6	155	8	14 431 034

- **Custo associado à reposição de equipamentos** – A verba alocada a esta componente deverá ser suficiente para repor integralmente 10% da rede hidrométrica (Quadro 10). Conservativamente, assumiu-se que o custo unitário de reequipamento de uma EH corresponderia ao valor total associado a uma estação equipada com um sensor radar.

Quadro 10. Custo unitário EH equipada com sensor radar (Referência: ELEC NOR, 2016)

Equipamento	Custo unitário (kz)
DCP - Painel de controlo (COMPLETO): Hydrosystem A	1 342 464
Painel Solar: 12V/30W	545 280
Sensor Radar - OTT RLS	1 601 664
Valor total por EH	3 489 408

Quadro 11. Custo parcial – Reposição de equipamentos

ETAPA	N.º EH	Nº de EH passíveis de serem repostas	Custo associado (kz)
Etapa 1	58	6	20 238 566
Etapa 2	66	7	23 030 093
Etapa 3	89	9	31 055 731
Etapa 4	112	12	39 081 370
Etapa 5	129	13	45 013 363
Etapa 6	155	16	54 085 824

Quadro 12. Custo total O&M das EH obtido para diferentes etapas

ETAPA	N.º EH	Custo associado (kz)
Etapa 1	58	69 357 447
Etapa 2	66	78 923 991
Etapa 3	89	106 427 807
Etapa 4	112	133 931 622
Etapa 5	129	154 260 529
Etapa 6	155	185 351 798

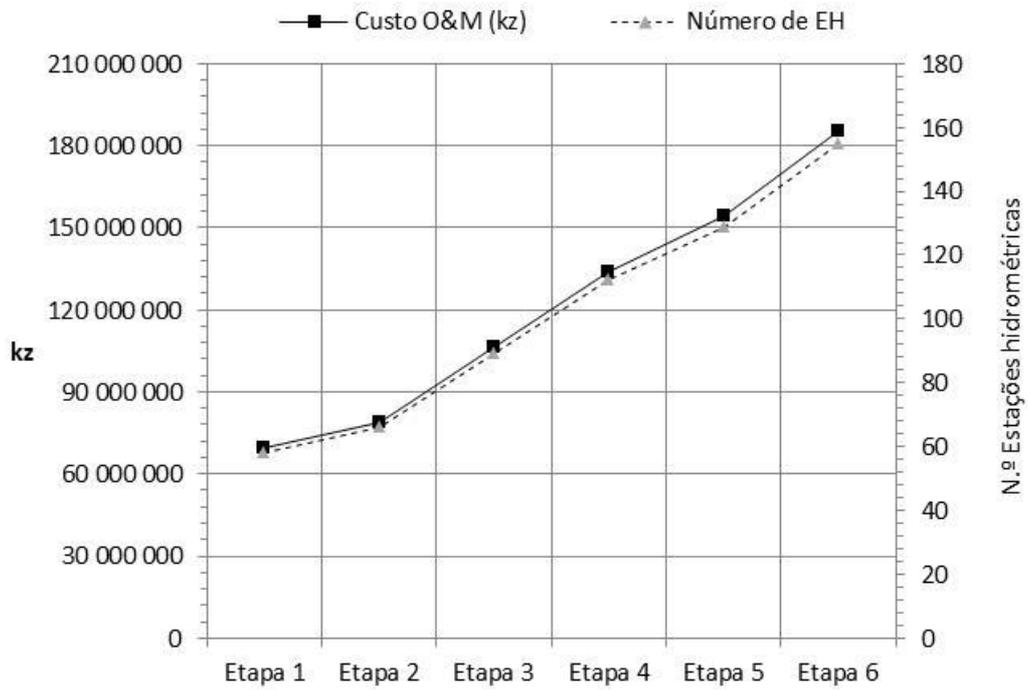


Figura 14 – Custo total inerente ao processo de O&M das EH obtido para as diferentes etapas

6. Coordenação técnica para otimização das redes de monitorização hidrométrica e meteorológica

As redes de monitorização das diferentes fases do ciclo da água estão implicitamente interligadas pela natureza intrínseca das variáveis que descrevem os processos físicos e químicos deste recurso. A obtenção de correlações robustas entre as séries de valores de precipitação e de escoamento e a consequente definição de coeficientes de escoamento, são imprescindíveis ao processo de optimização das redes hidrométricas e meteorológicas.

A evolução da rede hidrométrica consubstancializada pelo presente documento depende da definição de correlações que possibilitem a transferência de informação hidrológica das secções dos cursos de água em que é recolhida, para qualquer outro local da região. Este princípio é traduzido pelo conceito de EH secundária, cujo grau de aplicabilidade e todas as vantagens que lhe são inerentes, dependem inteiramente da definição de correlações com EH principais e/ou com estações da rede meteorológica.

Inversamente o Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica de Angola (INAMET) poderá em função dos valores de caudal observados pela rede hidrométrica, colmatar falhas ou estender séries de valores precipitação, evapotranspiração e evaporação.

A simbiose que deve moldar a relação entre as duas instituições é traduzida de forma irrepreensível pela parametrização do coeficiente de escoamento superficial (vide equação 1):

$$c = \frac{E}{P} \quad \text{equação 1}$$

em que,

c – Coeficiente de escoamento, E – Escoamento (mm) e P – Precipitação (mm)

Na Figura 15 pode observar-se a Rede Meteorológica Nacional existente entre 1954 e 1974. Apesar da reduzida cobertura das bacias hidrográficas dos rios Zambeze, Cubango e Cuando, considera-se que globalmente a rede meteorológica permitia estimar, razoavelmente, a evolução temporal das diferentes variáveis meteorológicas.

Pelos motivos anteriormente referidos considerasse que a relação institucional entre o INRH e o INAMET, deverá ser fortalecida de forma a garantir que o processo de gestão de ambas a rede é concertado e que a partilha de dados é efectiva.

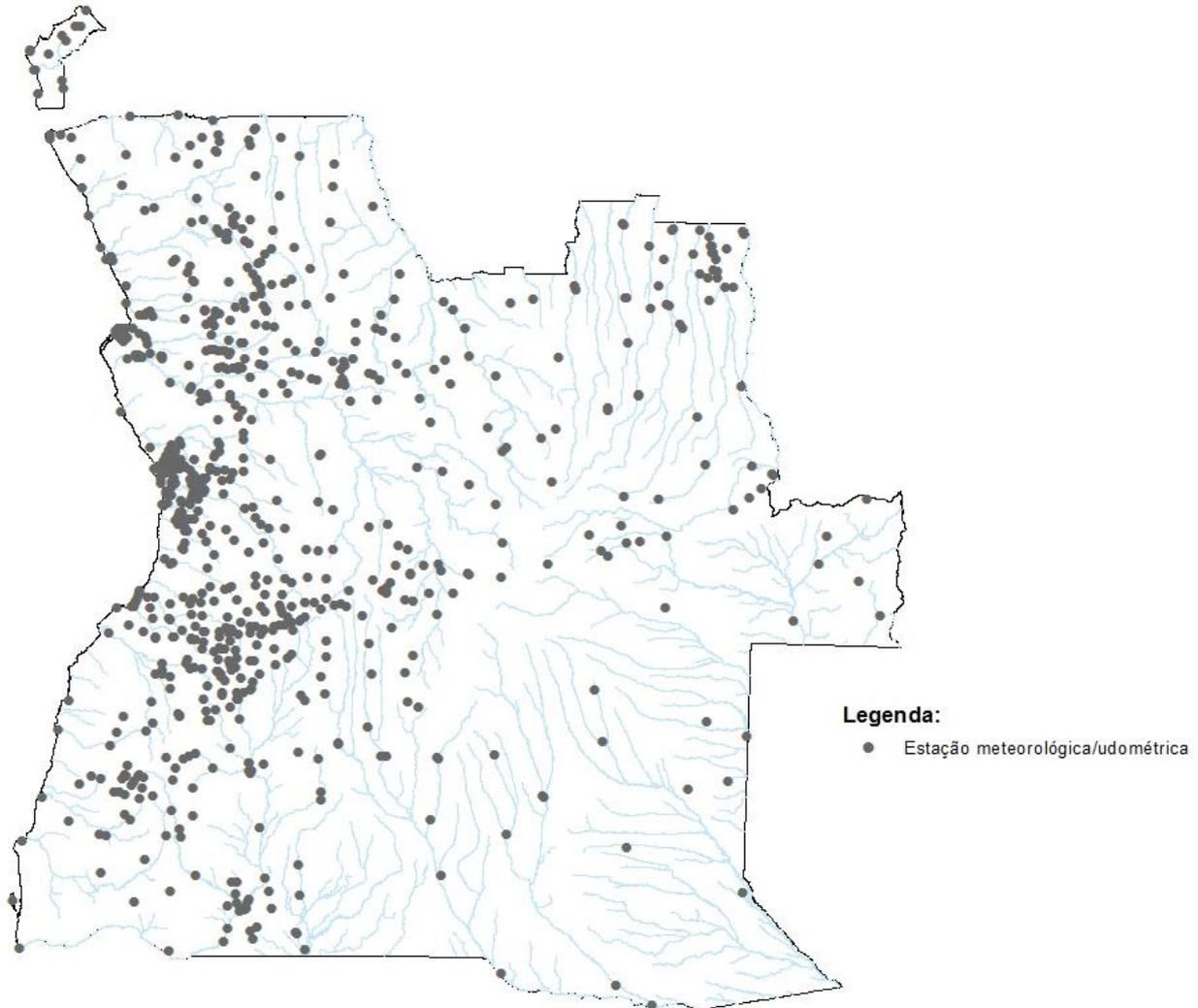


Figura 15 – Rede Meteorológica Nacional (1953-1974) (Fonte: SMA, 1953-1974)

7. Definição da rede *mínima* de monitorização

Na fase actual de desenvolvimento da rede hidrométrica pretende-se estabelecer a rede mínima de monitorização, que será constituída por EH principais e por EH secundárias. Posteriormente, com o estabelecimento de correlações significativas entre os dados obtidos entre os dois tipos de EH, dar-se-á continuidade ao processo de definição/optimização da rede base.

Tendo em consideração todas as EH activas ou a reabilitar e todas as potenciais secções de cursos de água que importa monitorizar, que perfazem um total de 153 EH, identificaram-se todas as secções de cursos de água, nas quais devem existir EH Principais e EH Secundárias (Figura 16). No Quadro 13 encontram-se as principais características de cada uma das EH, bem como as etapas de desenvolvimento correspondentes.

Partindo do pressuposto de que mais de 47% das estações hidrométricas a serem reabilitadas/construídas estarão localizadas em novas secções de medição, o seu ordenamento ou codificação dará sequência à classificação atribuída às estações hidrométricas que possuem registos históricos de séries temporais na base de dado nacional, e será priorizada/classificada em função das diferentes etapas de implementação da cobertura hidrológica.

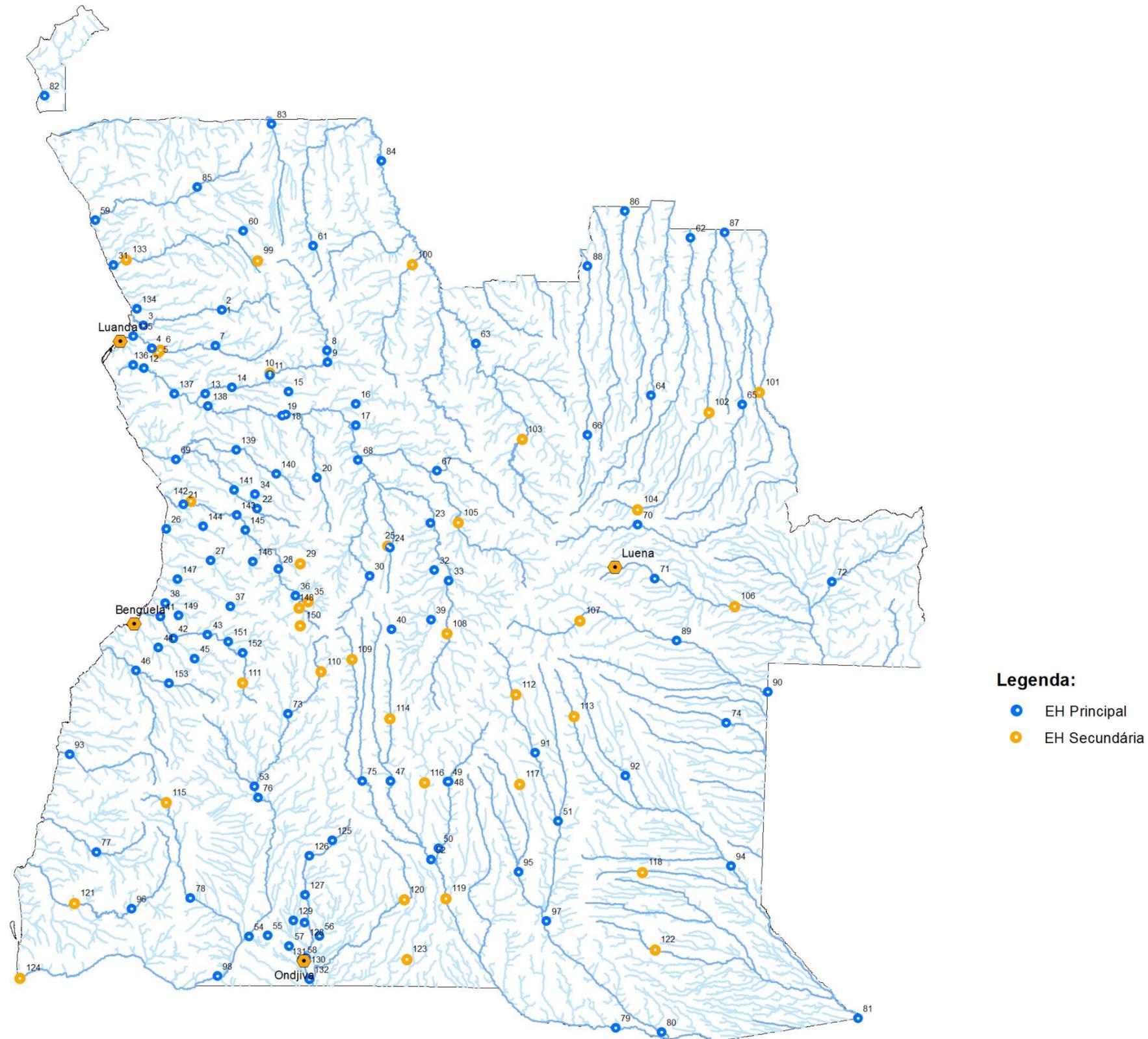


Figura 16 – Rede hidrométrica nacional (EH Principais – EH Secundárias)

Quadro 13. Rede hidrométrica nacional (EH Principais – EH Secundárias)

Condição	Nº	Código	Estação hidrométrica	BH	Curso de água	Lon. (º)	Lat. (º)	Equipamento	Entidade responsável
Activa	1	601706	Ponte do Dange	Dande	Dande	14.602	-8.402	Radar RLS	INRH
Activa	2	601706	Ponte Luíca	Dande	Luíca	14.602	-8.402	Radar RLS	INRH
Activa	3	601701	Porto Quipiri	Dande	Dande	13.559	-8.606	Radar RLS	INRH
Activa	4	601804	Cabiri I	Bengo	Bengo	13.665	-8.914	PressãoPLS	INRH
Activa	6	601814	Quiminha	Bengo	Bengo	13.783	-8.933	Thalimedes	INRH
Activa	7	601810	Fazenda Bom Jardim	Bengo	Zenza	14.517	-8.878	PressãoPLS	INRH
Activa	8	601950	Ponte Sta. Maria	Cuanza	Lucala	16.014	-8.941	Radar RLS	INRH
Activa	10	601914	Cariomboia	Cuanza	Cariomboia	15.246	-9.244	Thalimedes	INRH
Activa	11	601931	Lucala	Cuanza	Lucala	15.246	-9.273	Thalimedes	INRH
Activa	12	601902	Bom Jesus	Cuanza	Cuanza	13.558	-9.175	Thalimedes	INRH
Activa	13	601930	Km 34	Cuanza	Lucala	14.385	-9.521	Radar RLS	INRH
Activa	14	601953	Ponte Pinheiro Chagas	Cuanza	Lucala	14.740	-9.435	Thalimedes	INRH
Activa	16	601946	Ponte do Cuije	Cuanza	Cuije	16.400	-9.650	Radar RLS	PRODEL
Activa	17	601944	Kangandala	Cuanza	Cuanza	16.400	-9.940	Radar RLS	PRODEL
Activa	18	601970	Capanda (Albufeira)	Cuanza	Cuanza	15.467	-9.799	Radar RLS	PRODEL
Activa	19	601970	Posto 5	Cuanza	Cuanza	15.410	-9.810	Radar RLS	PRODEL
Activa	20	601929	N'gango	Cuanza	N'gango	15.883	-10.633	Radar RLS	PRODEL
Activa	21	603004	Cachoeiras da Binga	Queve	Queve	14.083	-10.988	PressãoPLS	INRH
Activa	22	602501	Buíá	Longa	Nhia	15.080	-11.051	Thalimedes	INRH
Activa	23	601942	N'Harea	Cuanza	Cuanza	17.417	-11.233	Radar RLS	PRODEL
Activa	26	603202	Quicombo	Quicombo	Quicombo	13.850	-11.317	Thalimedes	INRH
Activa	27	603201	Catanda	Quicombo	Quicombo	14.448	-11.735	PressãoPLS	INRH
Activa	28	603003	Caiovole	Queve	Queve	15.367	-11.850	Thalimedes	INRH
Activa	29	603020	Capoco	Queve	Cunhangama	15.660	-11.782	Thalimedes	INRH
Activa	32	601922	Chiumba	Cuanza	Cunje	17.475	-11.858	Thalimedes	INRH
Activa	33	601905	Povoação do Cuanza	Cuanza	Cuanza	17.670	-11.994	PressãoPLS	INRH
Activa	34	602505	Catofe	Longa	Catofe	15.050	-10.853	Thalimedes	INRH
Activa	38	603701	Hanha (Culango)	Cubal da Hanha	Hanha	13.832	-12.300	Radar RLS	INRH
Activa	39	601954	Ponte Cambândua	Cuanza	Coquema	17.435	-12.514	Thalimedes	INRH
Activa	40	601920	Chavaia	Cuanza	Cuquema	16.900	-12.648	Radar RLS	INRH
Activa	41	603809	Biópio II	Catumbela	Catumbela	13.769	-12.480	PressãoPLS	INRH

Condição	Nº	Código	Estação hidrométrica	BH	Curso de água	Lon. (º)	Lat. (º)	Equipamento	Entidade responsável
Activa	42	603805	Caiave	Catumbela	Catumbela	13.940	-12.770	PressãoPLS	SPCB Benguela
Activa	43	603808	Lomaum	Catumbela	Catumbela	14.407	-12.727	Radar RLS	INRH
Activa	44	603901	Guvrire	Cavaco	Cavaco	13.740	-12.890	PressãoPLS	SPCB Benguela
Activa	45	603804	Cubal da Hanha	Catumbela	Cubal	14.231	-13.046	Radar RLS	INRH
Activa	46	604604	Carivo	Coporolo	Coporolo	13.430	-13.200	PressãoPLS	SPCB Benguela
Activa	47	637506	Cuchi	Cubango	Cuchi	16.900	-14.667	Thalimedes	GABHIC
Activa	48	637517	Cuebe-Menongue	Cubango	Cuebe	17.700	-14.667	Thalimedes	GABHIC
Activa	49	637518	Luahuca-Menongue	Cubango	Luahuca	17.683	-14.667	Thalimedes	GABHIC
Activa	50	637503	Capico	Cubango	Cuebe	17.567	-15.550	Thalimedes	GABHIC
Activa	51	637507	Cuito Cuanavale	Cubango	Cuito	19.200	-15.167	Thalimedes	GABHIC
Activa	52	637501	Caiundo	Cubango	Cubango	17.467	-15.700	Thalimedes	GABHIC
Activa	53	607352	Matala (Barragem)	Cunene	Cunene	15.042	-14.744	Radar RLS	GABHIC
Activa	54	607322	Xangongo	Cunene	Cunene	14.967	-16.738	PressãoPLS	GABHIC
Activa	55	607704	Oshakanti	Cuvelai	Cuvelai	15.224	-16.728	Ecolog500	SPCB Cunene
Activa	56	607705	Anhangue (Oshakati)	Cuvelai	Cuvelai	15.940	-16.730	Ecolog500	SPCB Cunene
Activa	57	607706	Kafuca	Cuvelai	Cuvelai	15.525	-16.869	Ecolog500	SPCB Cunene
Activa	58	607707	Okapale (Ondjiva)	Cuvelai	Cuvelai	15.702	-17.040	Ecolog500	SPCB Cunene
Etapa 1	5	601806	Lalama	Bengo	Bengo	13.744	-8.971	Thalimedes	INRH
Etapa 1	9	601949	Calandula	Cuanza	Cole	16.024	-9.101	Radar RLS	INRH
Etapa 1	15	601952	Ponte Quizenga	Cuanza	Lutete	15.497	-9.494	Thalimedes	INRH
Etapa 1	24	601916	Capeio	Cuanza	Cunhinga	16.872	-11.563	Radar RLS	INRH
Etapa 1	25	601956	Cune	Cuanza	Cune	16.841	-11.537	Radar RLS	INRH
Etapa 1	30	601957	Quedas	Cuanza	Cutato	16.597	-11.939	Radar RLS	INRH
Etapa 1	31	601302	Fazenda Loge	Loge	Loge	13.156	-7.806	Thalimedes	INRH
Etapa 1	35	603018	Vinganga	Queve	Coléle	15.774	-12.284	Radar RLS	INRH
Etapa 1	36	603001	Alto Hama	Queve	Chile	15.596	-12.203	Radar RLS	INRH
Etapa 1	37	603501	Capeco	Balombo	Balombo	14.713	-12.351	Radar RLS	INRH
Etapa 2	125	607701	Vinhete	Cuvelai	Cuvelai	16.112	-15.458	Hidroclimatológica	GABHIC
Etapa 2	126	607702	Cuvelai	Cuvelai	Cuvelai	15.795	-15.662	Hidroclimatológica	GABHIC
Etapa 2	127	607703	Mupa	Cuvelai	Cuvelai	15.742	-16.183	Hidroclimatológica	GABHIC
Etapa 2	128	607708	Evale	Cuvelai	Cuvelai	15.737	-16.550	Escala	GABHIC
Etapa 2	129	607709	Mui	Cuvelai	Mui	15.582	-16.526	Escala	GABHIC
Etapa 2	130	607710	Ondjiva I	Cuvelai	Cuvelai	15.757	-17.019	Escala	GABHIC

Condição	Nº	Código	Estação hidrométrica	BH	Curso de água	Lon. (º)	Lat. (º)	Equipamento	Entidade responsável
Etapa 2	131	607711	Ondjiva II	Cuvelai	Cuvelai	15.733	-17.065	Escala	GABHIC
Etapa 2	132	607712	Nacamunde	Cuvelai	Cuvelai	15.807	-17.309	Escala	GABHIC
Etapa 3	133	601303	Freitas Morna	Loge	Loge	13.333	-7.732	Thalimedes	INRH
Etapa 3	134	601601	Libongo I	Lifune	Lifune	13.469	-8.390	Thalimedes	INRH
Etapa 3	135	601808	Quifangondo	Bengo	Bengo	13.417	-8.750	Thalimedes	INRH
Etapa 3	136	601919	Calumbo	Cuanza	Cuanza	13.417	-9.133	Thalimedes	INRH
Etapa 3	137	601938	Muxima	Cuanza	Cuanza	13.967	-9.517	Thalimedes	INRH
Etapa 3	138	601923	Dondo	Cuanza	Cuanza	14.417	-9.683	Thalimedes	INRH
Etapa 3	139	602506	Quissuca	Longa	Longa	14.800	-10.267	Thalimedes	INRH
Etapa 3	140	602503	Cariango	Longa	Longa	15.333	-10.583	Thalimedes	INRH
Etapa 3	141	602502	Cassongo	Longa	Nhia	14.767	-10.800	Thalimedes	INRH
Etapa 3	142	603010	Hinchingo	Queve	Chilo	14.183	-10.950	Thalimedes	INRH
Etapa 3	143	603009	Ginga	Queve	Queve	14.800	-11.133	Thalimedes	INRH
Etapa 3	144	603101	Ganja	N'gunza	N'gunza (Cambongo)	14.350	-11.283	Thalimedes	INRH
Etapa 3	145	603011	Jangada Amboiva	Queve	Queve	14.917	-11.333	Thalimedes	INRH
Etapa 3	146	603008	Gongo	Queve	Covele	15.017	-11.750	Thalimedes	INRH
Etapa 3	147	603502	Canjala	Balombo	Balombo	14.000	-11.983	Thalimedes	INRH
Etapa 3	148	603007	Chitatamera	Queve	Cuito	15.650	-12.367	Thalimedes	INRH
Etapa 3	149	604602	Pinde	Coporolo	Cui	14.017	-12.467	Thalimedes	INRH
Etapa 3	150	603023	Samaina	Queve	Calongue	15.667	-12.600	Thalimedes	INRH
Etapa 3	151	603803	Cuiva	Catumbela	Cuiva	14.683	-12.817	Thalimedes	INRH
Etapa 3	152	603807	Lupomba	Catumbela	Catumbela	14.883	-12.967	Thalimedes	INRH
Etapa 3	153	604601	Coporolo	Coporolo	Coporolo	13.883	-13.367	Thalimedes	INRH
Etapa 4	59	601103	Mbridge	M'Bridge	Mbridge	12.920	-7.203	-	-
Etapa 4	60	601101	Fazenda Loa	M'Bridge	Loa	14.895	-7.354	-	-
Etapa 4	61	430504	Ponte -Alfangeda	Zaire/Congo	Cuilo	15.825	-7.552	-	-
Etapa 4	62	430521	Chitato -Dundo	Zaire/Congo	Luachimo	20.850	-7.403	-	-
Etapa 4	63	430508	Borio	Zaire/Congo	Cuango	18.003	-8.839	-	-
Etapa 4	64	430502	Saurimo	Zaire/Congo	Chicapa	20.354	-9.503	-	-
Etapa 4	65	430505	Machata	Zaire/Congo	Luembe	21.572	-9.599	-	-
Etapa 4	66	430513	Alto Cuilo	Zaire/Congo	Cuilo	19.509	-10.039	-	-
Etapa 4	67	601958	Rimba Luquembo	Cuanza	Jombo	17.497	-10.536	-	-
Etapa 4	68	601906	Cauisso	Cuanza	Cuanza	16.437	-10.397	-	-

Condição	Nº	Código	Estação hidrométrica	BH	Curso de água	Lon. (º)	Lat. (º)	Equipamento	Entidade responsável
Etapa 4	69	602504	Capolo	Longa	Longa	13.985	-10.390	-	-
Etapa 4	70	430503	Ponte	Zaire	Cassai	20.206	-11.216	-	-
Etapa 4	71	627402	Chafinda	Zambeze	Luena	20.448	-11.924	-	-
Etapa 4	72	627404	Cazombo	Zambeze	Zambeze	22.829	-11.909	-	-
Etapa 4	73	607314	Jamba ia Homa	Cunene	Cunene	15.500	-13.777	-	-
Etapa 4	74	627407	Luanguinga	Zambeze	Luanguinga	21.460	-13.811	-	-
Etapa 4	75	637513	Mumba	Cubango	Cubango	16.516	-14.664	-	-
Etapa 4	76	607324	Capelongo	Cunene	Cunene	15.090	-14.895	-	-
Etapa 4	77	606701	Tampa	Bero	Bero	12.871	-15.610	-	-
Etapa 4	78	607303	Cova do Leão	Cunene	Cacluvar	14.162	-16.223	-	-
Etapa 4	79	637516	Sambio	Cubango	Cubango	20.059	-17.885	-	-
Etapa 4	80	637510	Dirico	Cubango	Cuito	20.695	-17.930	-	-
Etapa 4	81	627419	Luiana	Cuando	Cuando	23.397	-17.643	-	-
Etapa 5	82	400401	Cabinda	N'Hama	Locula	12.250	-5.550	-	-
Etapa 5	83	430527	Quimbele	Zaire/Congo	Inkisi	15.270	-5.929	-	-
Etapa 5	84	430526	Cuango	Zaire/Congo	Cuango	16.732	-6.416	-	-
Etapa 5	85	601104	Caluca	M'Bridge	M'Bridge	14.277	-6.771	-	-
Etapa 5	86	430523	Satchissenga	Zaire/Congo	Luxico	19.973	-7.066	-	-
Etapa 5	87	430522	Calé - Chiumbe	Zaire/Congo	Luembe	21.300	-7.332	-	-
Etapa 5	88	430511	Muazaza	Zaire/Congo	Cuilo	19.487	-7.797	-	-
Etapa 5	89	627414	Alto-Cuilo	Zambeze	Lungé-Bungo	20.756	-12.739	-	-
Etapa 5	90	627415	Muanga	Zambeze	Lungé-Bungo	22.007	-13.388	-	-
Etapa 5	91	637542	Dundo	Cubango	Cuito	18.874	-14.267	-	-
Etapa 5	92	627415	Capolo	Cuando	Cuando	20.102	-14.544	-	-
Etapa 5	93	606001	Bentiaba	Bentiaba	Bentiaba	12.519	-14.301	-	-
Etapa 5	94	627418	Neriquinha	Cuando	Cuando	21.576	-15.705	-	-
Etapa 5	95	637543	Baixo Longa	Cubango	Longa	18.671	-15.846	-	-
Etapa 5	96	607201	Maxaxa	Curoca	Curoca	13.350	-16.367	-	-
Etapa 5	97	637544	Nancova	Cubango	Cuito	19.069	-16.493	-	-
Etapa 5	98	607302	Calueque	Cunene	Cunene	14.533	-17.267	-	-
Etapa 6	99	601301	Barragem	Loge	Luquixe	15.083	-7.750	-	-
Etapa 6	100	430525	Mazabana	Zaire/Congo	Cambo	17.148	-7.796	-	-
Etapa 6	101	430517	Muhungo	Zaire/Congo	Cassai	21.800	-9.433	-	-
Etapa 6	102	430511	Muanzanza	Zaire/Congo	Tchihumbe	21.132	-9.712	-	-

Condição	Nº	Código	Estação hidrométrica	BH	Curso de água	Lon. (º)	Lat. (º)	Equipamento	Entidade responsável
Etapa 6	103	430524	Tchigico	Zaire/Congo	Cuango	18.638	-10.106	-	-
Etapa 6	104	430501	Dala	Zaire/Congo	Chiumbe	20.200	-11.017	-	-
Etapa 6	105	601911	Capunda	Cuanza	Luando	17.788	-11.223	-	-
Etapa 6	106	627413	Ngandu	Zambeze	Luena	21.534	-12.269	-	-
Etapa 6	107	627408	Lungué-Bungo	Zambeze	Lungué-Bungo	19.452	12.503	-	-
Etapa 6	108	601961	Umpulo	Cuanza	Cuanza	17.650	-12.700	-	-
Etapa 6	109	637508	Chinhama	Cubango	Cubango	16.367	-13.050	-	-
Etapa 6	110	607323	Samboto	Cunene	Cunene	15.950	-13.217	-	-
Etapa 6	111	603806	Chicama	Catumbela	Catumbela	14.883	-13.367	-	-
Etapa 6	112	637545	Salumana	Cubango	Cuito	18.600	-13.496	-	-
Etapa 6	113	627420	Mavunda	Quando	Nquembo	19.393	-13.772	-	-
Etapa 6	114	637504	Camue	Cubango	Cacuchi	16.890	-13.833	-	-
Etapa 6	115	607356	Thiveca	Cunene	Caculuar	13.835	-14.956	-	-
Etapa 6	116	637514	Missao Velha	Cubango	Cuelel	17.367	-14.683	-	-
Etapa 6	117	637515	Ponte	Cubango	Quiriri	18.667	-14.683	-	-
Etapa 6	118	627409	Mavinga	Quando	Mavunge	20.370	-15.820	-	-
Etapa 6	119	637512	Mucundi	Cubango	Cubango	17.683	-16.217	-	-
Etapa 6	120	607713	Thimpolo	Cuvelai	Thimpolo	17.108	-16.239	-	-
Etapa 6	121	607202	Pediva	Curoca	Curoca	12.567	-16.283	-	-
Etapa 6	122	627421	Luengue	Quando	Luengue	20.573	-16.841	-	-
Etapa 6	123	637511	Foz do Cuatiri	Cubango	Cubango	17.150	-17.033	-	-
Etapa 6	124	607311	Foz do Cunene	Cunene	Cunene	11.800	-17.267	-	-

8. Conclusões

Os dados obtidos com uma rede hidrométrica consubstanciam os processos de tomada de decisão, com informação hidrológica indispensável ao processo de gestão dos recursos hídricos existentes, no qual se inclui a avaliação das disponibilidades de água para os diferentes usos e a minimização do efeito gerado por eventos extremos, secas e cheias.

Não persistem dúvidas de que existe uma crescente tendência para se verificarem cada vez mais eventos extremos, um pouco por todo o mundo, acompanhados por variações climáticas à escala global. Esta tendência tem sido acompanhada pela evolução de modelos hidrológicos cada vez mais sofisticados, mas cuja fiabilidade continua a estar dependente do seguinte pressuposto “*entra lixo, sai lixo*” (do inglês “*Garbage in, Garbage out*”). O mesmo sucede com a utilização de dados hidrológicos para o suporte à tomada de decisão. Pode ser preferível não ter dados, a ter dados de má qualidade.

O processo de implementação e consolidação de uma rede hidrométrica é particularmente complexo. A preservação das estruturas que constituem a rede e o rigor que deve estar associado às medições e à análise dos resultados obtidos, exigem um esforço contínuo dos técnicos envolvidos, cuja formação deve necessariamente ser elevada. Para que uma rede hidrométrica funcione devidamente deve ser mantida uma constância de procedimentos/rotinas, que devem perdurar no tempo (e.g. uma série de valores de caudal anual com menos de 10 anos, tem um nível de significância (α) reduzido). Por outro lado, as instituições responsáveis pela operação e manutenção destas redes, devem reforçar constantemente, perante os decisores políticos, a importância destas redes de monitorização, para que o financiamento persista no tempo e não se desaproveite todo o esforço realizado.

A consolidação de cada uma das etapas de planeamento descritas neste documento consubstanciará a definição da *rede mínima* de monitorização, que constituirá os “alicerces” da futura *rede base* de monitorização da quantidade de escoamento dos cursos de água nacionais que deverá evoluir e perdurar no tempo, garantido uma cobertura nacional e um registo consistente de dados com qualidade.

O processo gradual de expansão da rede hidrométrica deverá ser precedido de visitas de campo que permitam aferir a condição e o regime de escoamento dos cursos de água com o objectivo de se identificarem as secções mais adequadas para a implementação das estações hidrométricas. Importa igualmente referir que o processo de expansão da rede hidrométrica deverá ser

acompanhado por um programa de sensibilização das populações ribeirinhas e envolvimento das autoridades locais.

Este documento deve ser actualizado em função da evolução da condição da rede hidrométrica, para que se disponha de uma base de trabalho actualizada, que facilite a análise global do processo de monitorização da rede hidrométrica nacional e facilite a sua integração futura com a rede de monitorização da qualidade da água.

9. Bibliografia

COBA (2017). Plano Nacional da Água (PNA), Janeiro de 2017.

Dai, A. & Trenberth, K. E. (2002). Estimates of Freshwater Discharge from Continents: Latitudinal and Seasonal Variations. Journal of hydrometeorology. Volume 3. American Meteorological Society.

ELECNOR (2016). Proposta Técnica Comercial para Fornecimento de Equipamentos de Medições Hídricas.

OTT Medioambiente (2018). Technical Proposal of Hydrometric Stations.

Mishara, A., & Coulibaly, P. (2009). Developments in Hydrometric Network Design: A Review. Reviews of Geophysics, 47, RG2001.

OCID-NACSE (2007). Map of Discharge in African River Basins. In: Transboundary Freshwater Dispute Database Maps. [Online]. Disponível em: <http://ocid.nacse.org/tfdd/php/africaDischarge.php>.

SMA (1953 – 1974). Observações Meteorológicas de Angola. Extinto Serviço Meteorológico de Angola.

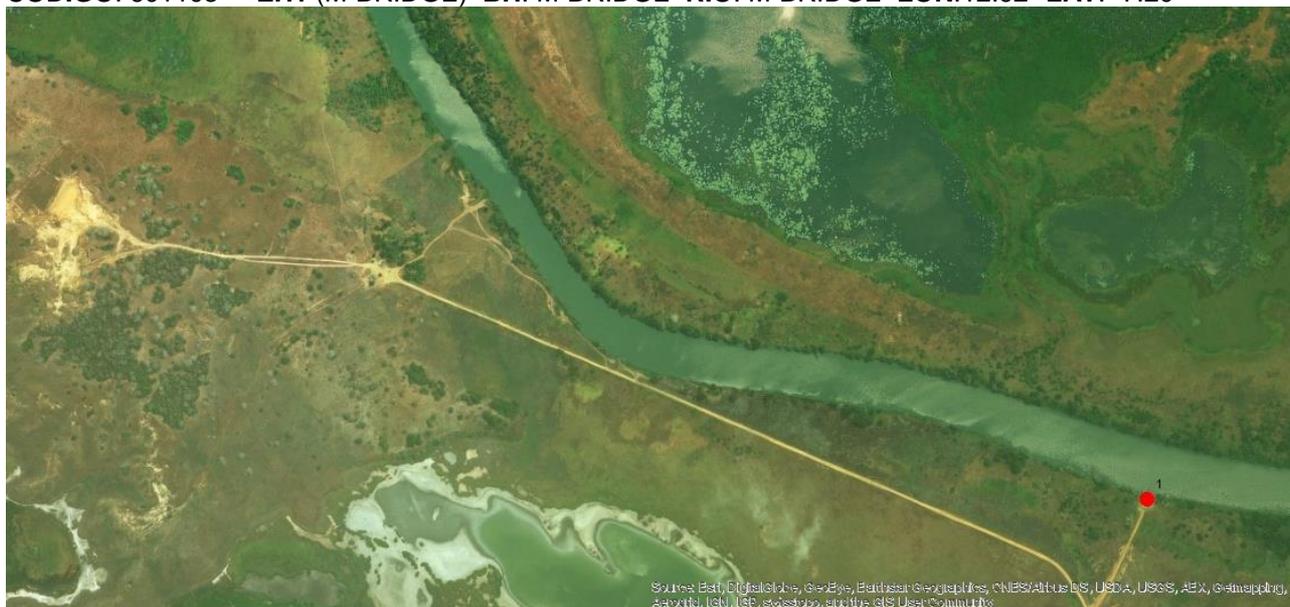
WMO, (2008). Guide to Hydrological Practices. Volume I, Hydrology – From Measurement to Hydrological Information. World Meteorological Organization, 6th Edition, nº 168.



Anexo

EH principais/prioritárias (Fase I)

CÓDIGO: 601103 **EH1 (M'BRIDGE) BH: M'BRIDGE RIO: M'BRIDGE LON:12.92° LAT: -7.20°**



Utilidade: Caracterização hidrológica

Regime: Natural

Constância de escoamento: Perene

Acesso: Razoável (Avaliação depende de deslocação à secção)

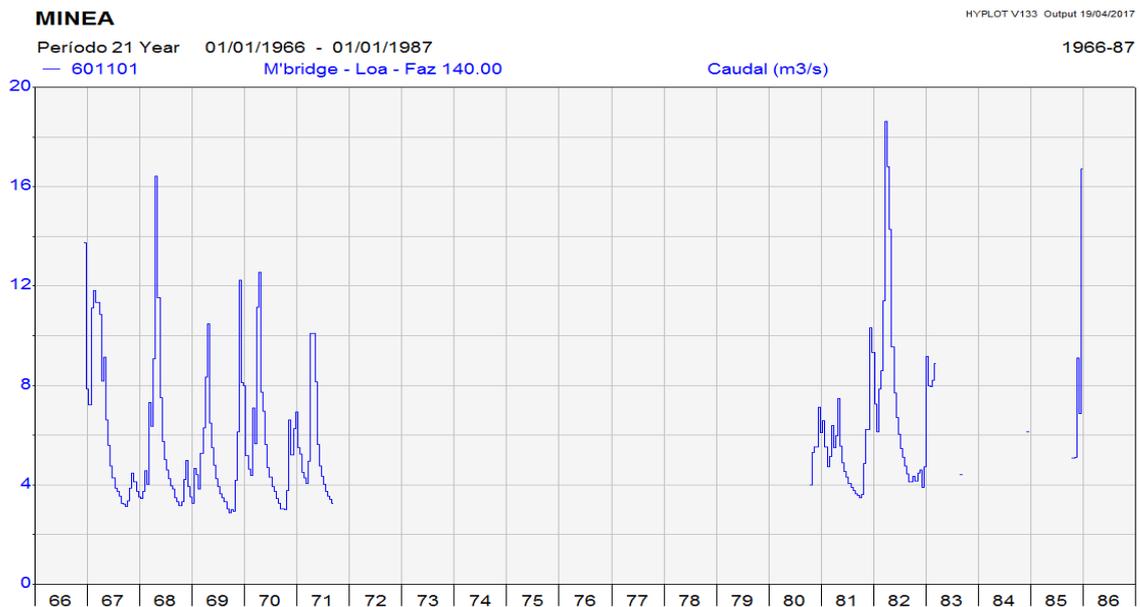
Geomorfologia: Canal rectilíneo. Não se observa leito de cheia (Análise de imagens de satélite)

Curva de vazão: n.d.

CÓDIGO: 601101 **EH2 (FAZENDA LOA) BH: M'BRIDGE RIO: LOA LON:14.90° LAT: -7.35°**



Caudal médio diário (m³/s)



Utilidade: Caracterização hidrológica

Regime: Natural

Constância de escoamento: Perene (Análise de hidrograma)

Acesso: Razoável (Avaliação depende de deslocação à secção)

Geomorfologia: Canal meândrico. Não se observa leito de cheia (Análise de imagens de satélite)

Curva de vazão: A curva existe, mas não é possível observar as medições

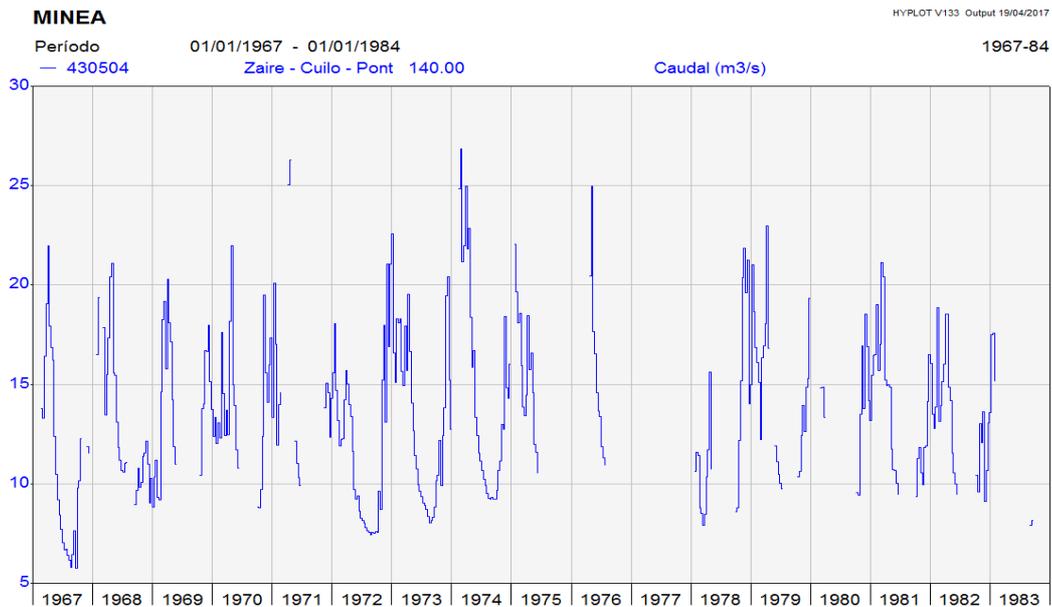
Nota: Alterou-se a localização da EH – 720 m para montante



CÓDIGO: 430504 **EH3 (PONTE - ALFANGEDA) BH: ZAIRE RIO: CUILO LON:15.82° LAT: -7.55°**



Caudal médio diário (m³/s)



Utilidade: Caracterização hidrológica

Regime: Natural

Constância de escoamento: Perene (Análise de hidrograma)

Acesso: Razoável (Avaliação depende de deslocação à secção)

Geomorfologia: Canal anastomosado. Não se observa leito de cheia (Análise de imagens de satélite)

Curva de vazão: 21 medições – Dados dispersos – Potencial leito móvel

Nota: As coordenadas localizam a EH num terreno próximo – Transportou-se a mesma para uma secção adequada do curso de água (900 m para Sudeste).



CÓDIGO:430521 **EH4** (CHITATO - DUNDO) **BH:** ZAIRE **RIO:** LUACHIMO **LON:** 20.85° **LAT:** -7.40°



Utilidade: Caracterização hidrológica/Gestão de aproveitamento hidroeléctrico de Luachimo
Regime: Natural (Após a reabilitação da Barragem de Luachimo o regime alterar-se-á para regularizado)
Constância de escoamento: Perene
Acesso: Bom
Geomorfologia: Canal anostomasado. Não se observa leito de cheia (Análise de imagens de satélite)
Curva de vazão: n.a.
Nota: A secção seleccionada permite monitorizar o escoamento afluente à barragem de Luachimo



CÓDIGO: 430508 **EH5 (BORIO) BH: ZAIRE RIO: CUANGO LON: 18.00° LAT: -8.84°**



Nível de água (m)



Utilidade: Caracterização hidrológica

Regime: Natural

Constância de escoamento: Perene

Acesso: Razoável (Avaliação depende de deslocação à secção)

Geomorfologia: Canal anastomosado. Leito de cheia identificável ao longo do curso de água (Análise de imagens de satélite), existência de diversos canais secundários, apresentando constante modificação ao longo do tempo.

Curva de vazão: n.a.

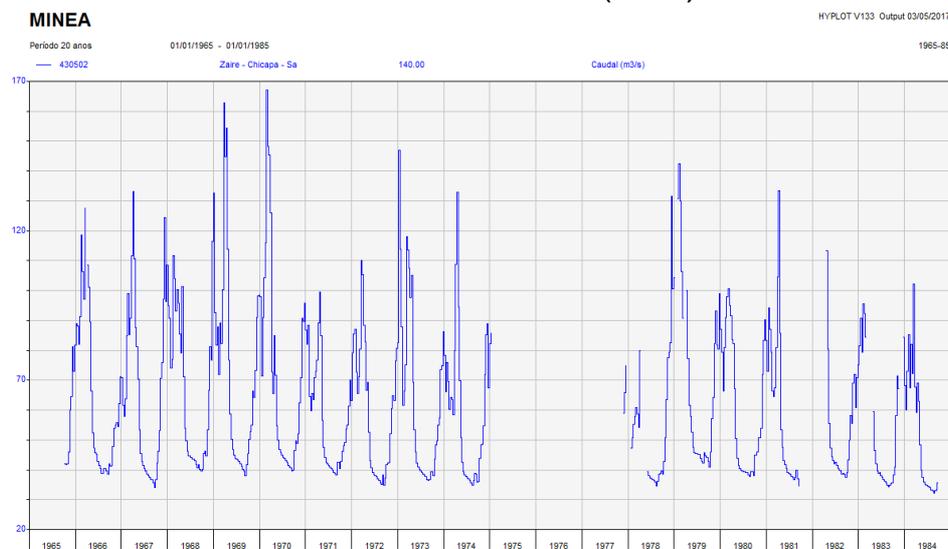
Nota: Alterou-se a localização da EH – 15 km para jusante. O troço de rio localizado a montante da secção seleccionada, no qual de acordo com as coordenadas se encontrava a EH Borio, caracteriza-se pela existência de canais secundários o que inviabiliza a implementação de uma EH.



CÓDIGO: 430502 **EH6 (SAURIMO) BH: ZAIRE RIO: CHICAPA LON: 20.35° LAT: -9.50°**



Caudal médio diário (m³/s)



Utilidade: Caracterização hidrológica

Regime: Natural

Constância de escoamento: Perene

Acesso: Razoável (Avaliação depende de deslocação à secção)

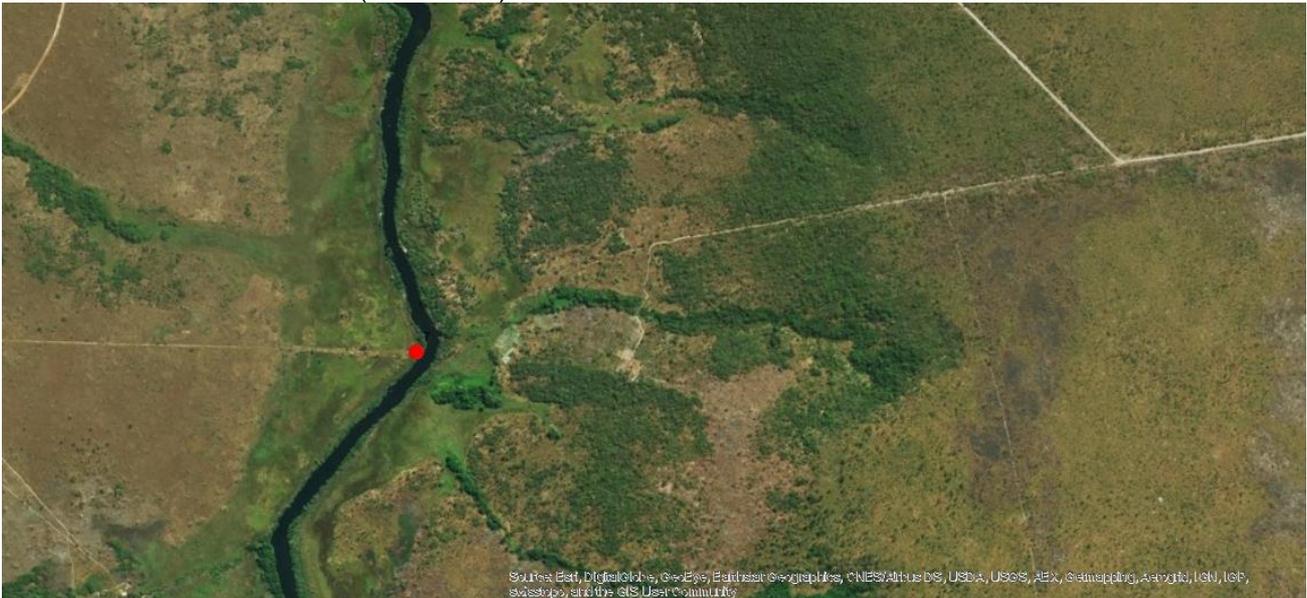
Geomorfologia: Canal meândrico. Leito de cheia identificável ao longo do curso de água (Análise de imagens de satélite).

Curva de vazão: 50 medições – Dados homogéneos

Nota: Alterou-se a localização da EH – 3 km para montante. A secção seleccionada permite monitorizar o escoamento afluente à barragem de Chicapa.



CÓDIGO: 430505 **EH7 (MACHATA) BH: ZAIRE RIO: LUEMBE LON: 21.57° LAT: -9.60°**



Utilidade: Caracterização hidrológica

Regime: Natural

Constância de escoamento: Perene

Acesso: Razoável (Avaliação depende de deslocação à secção)

Geomorfologia: Canal rectilíneo. Não se observa leito de cheia (Análise de imagens de satélite)

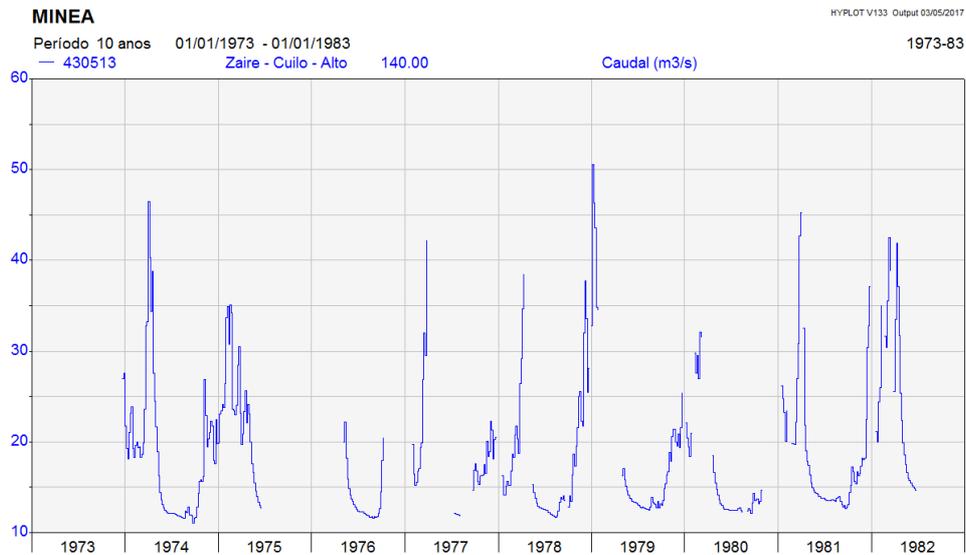
Curva de vazão: n.a.



CÓDIGO: 430513 **EH8 (ALTO CUILO) BH: ZAIRE RIO: CUILO LON: 20.51° LAT: -10.04°**



Caudal médio diário (m³/s)



Utilidade: Caracterização hidrológica

Regime: Natural

Constância de escoamento: Perene

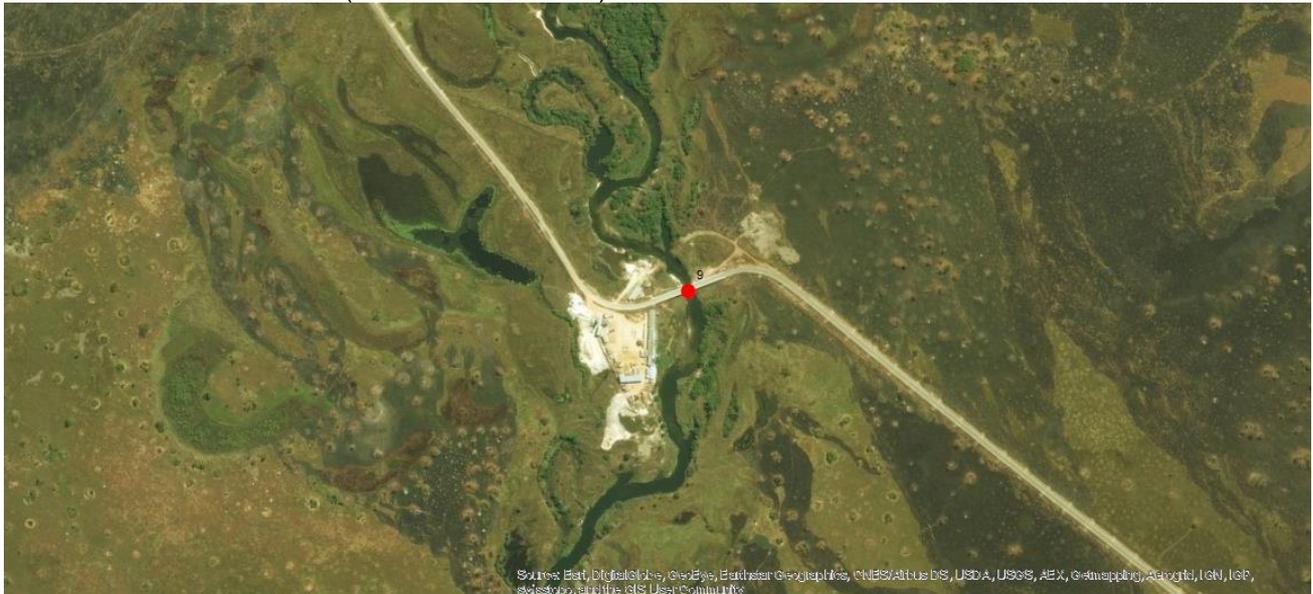
Acesso: Razoável

Geomorfologia: Canal meândrico. Não se observa leito de cheia (Análise de imagens de satélite)

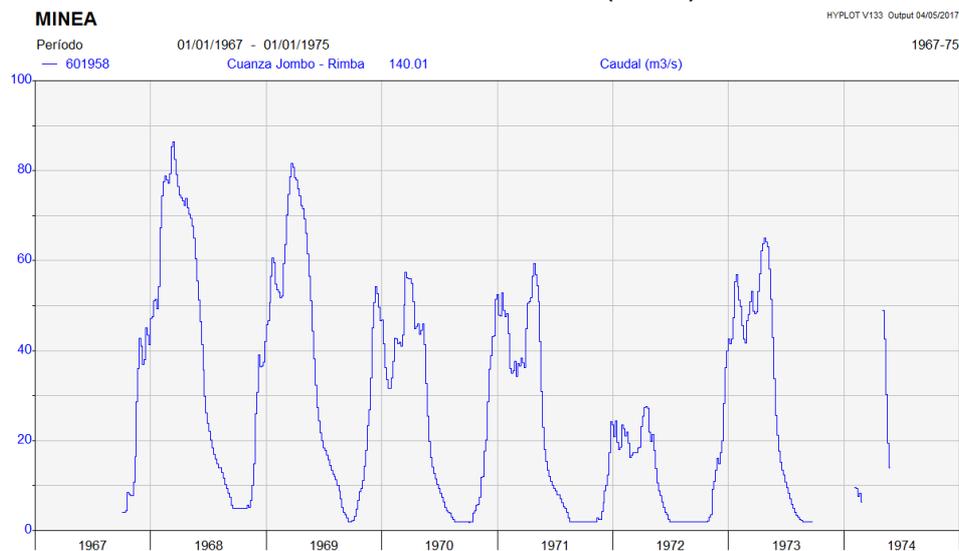
Curva de vazão: 20 medições – Dados dispersos – Potencial leito móvel



CÓDIGO: 601958 **EH9 (RIMBA LUQUEMBO) BH: CUANZA RIO: JOMBO LON: 20.51° LAT: -10.04°**



Caudal médio diário (m³/s)



Utilidade: Caracterização hidrológica

Regime: Natural

Constância de escoamento: Perene

Acesso: Razoável

Geomorfologia: Canal meândrico. Leito de cheia identificável ao longo do curso de água (Análise de imagens de satélite), existência de diversos canais secundários, apresentando constante modificação ao longo do tempo.

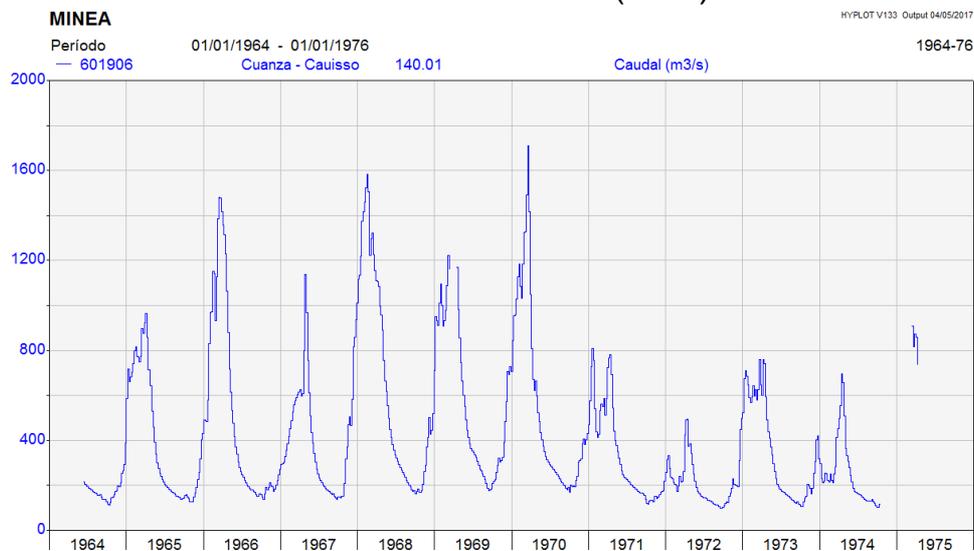
Curva de vazão: n.a.



CÓDIGO: 601906 **EH10 (CAUISSO) BH: CUANZA RIO: CUANZA LON: 16.43° LAT: -10.40°**



Caudal médio diário (m³/s)



Utilidade: Caracterização hidrológica

Regime: Natural

Constância de escoamento: Perene

Acesso: Razoável

Geomorfologia: Canal meândrico. Não se observa leito de cheia (Análise de imagens de satélite)

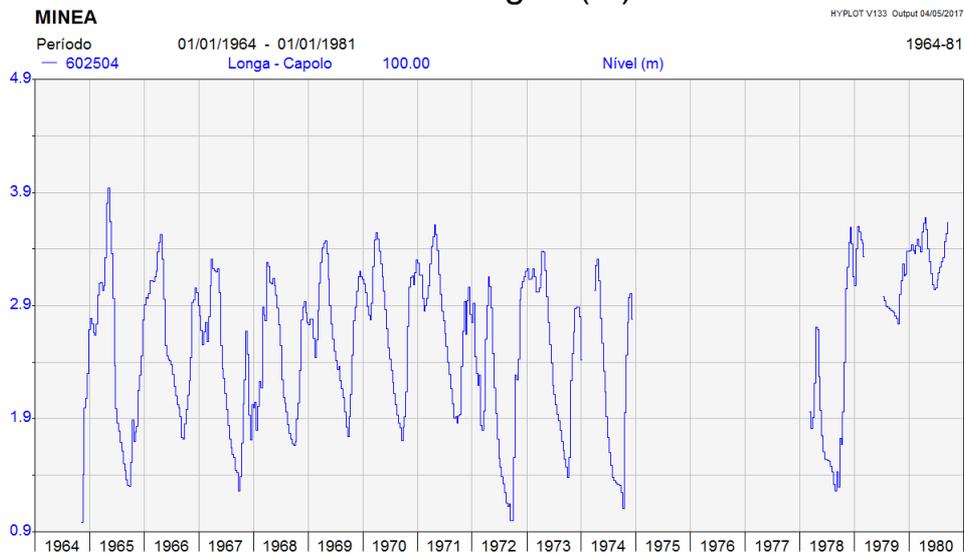
Curva de vazão: n.a.



CÓDIGO: 602504 **EH11 (CAPOLO) BH: LONGA RIO: LONGA LON: 13.98° LAT: -10.39°**



Nível de água (m)



Utilidade: Caracterização hidrológica

Regime: Natural

Constância de escoamento: Perene

Acesso: Razoável

Geomorfologia: Canal meândrico. Leito de cheia identificável ao longo do curso de água (Análise de imagens de satélite)

Curva de vazão: n.a.

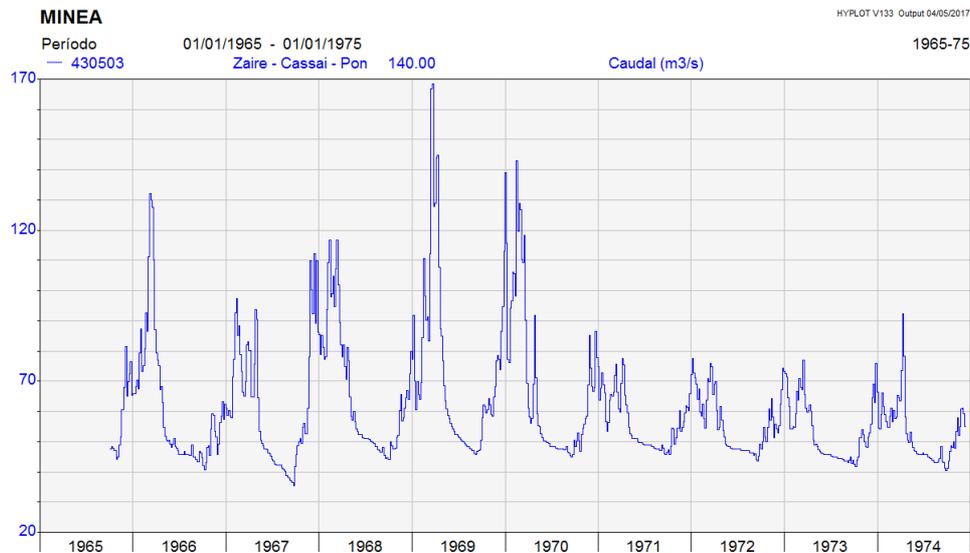


CÓDIGO: 430503

EH12 (PONTE) BH: ZAIRE RIO: CASSAI LON: 20.21° LAT: -11.22°



Caudal médio diário (m³/s)



Utilidade: Caracterização hidrológica

Regime: Natural

Constância de escoamento: Perene

Acesso: Razoável

Geomorfologia: Canal meândrico. Não se observa leito de cheia (Análise de imagens de satélite)

Curva de vazão: 51 medições –Dados homogêneos



CÓDIGO: 627402 **EH13 (CHAFINDA) BH: ZAMBEZE RIO: LUENA LON: 20.45° LAT: -11.92°**



Caudal médio diário (m³/s)



Utilidade: Caracterização hidrológica

Regime: Natural

Constância de escoamento: Perene

Acesso: Razoável

Geomorfologia: Canal meândrico. Leito de cheia identificável ao longo do curso de água (Análise de imagens de satélite)

Curva de vazão: 40 medições – Dados dispersos



CÓDIGO: n.a. **EH14 (CAZOMBO) BH: ZAMBEZE RIO: ZAMBEZE LON: 22.83° LAT: -11.90°**



Utilidade: Caracterização hidrológica

Regime: Natural

Constância de escoamento: Perene

Acesso: Razoável

Geomorfologia: Canal meândrico. Não se observa leito de cheia (Análise de imagens de satélite)

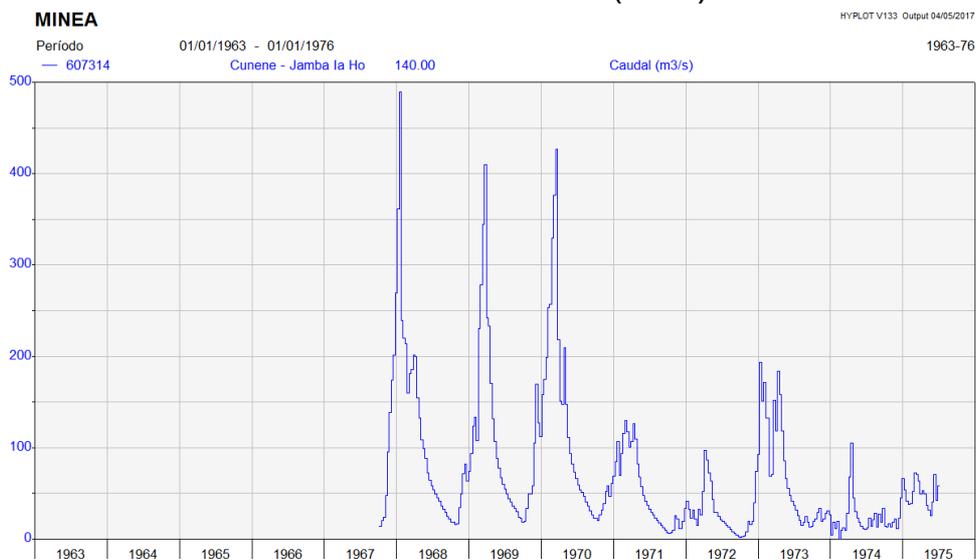
Curva de vazão: n.a.



CÓDIGO: 607314 **EH15 (JAMBA IA HOMA) BH: CUNENE RIO: CUNENE LON: 22.83° LAT: -11.91°**



Caudal médio diário (m³/s)



Utilidade: Caracterização hidrológica

Regime: Natural

Constância de escoamento: Perene

Acesso: Razoável

Geomorfologia: Canal meândrico. Não se observa leito de cheia (Análise de imagens de satélite)

Curva de vazão: 78 medições – Dados homogêneos



CÓDIGO: n.a. **EH16 (LUANGUINGA)** **BH:** ZAMBEZE **RIO:** LUANGUINGA **LON:** 22.83° **LAT:** -11.90°



Utilidade: Caracterização hidrológica

Regime: Natural

Constância de escoamento: Perene

Acesso: Razoável

Geomorfologia: Canal meândrico. Não se observa leito de cheia (Análise de imagens de satélite)

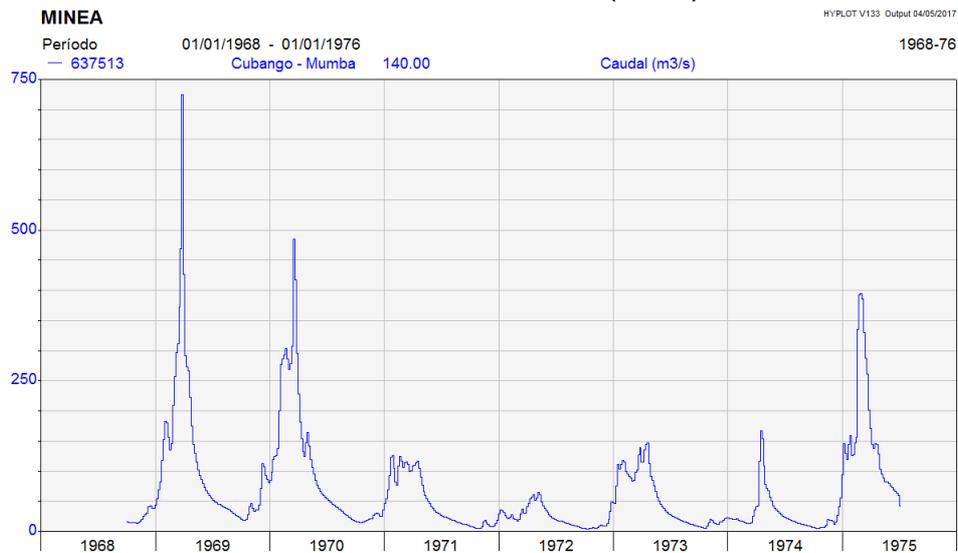
Curva de vazão: n.a.



CÓDIGO: 637513 **EH17 (MUMBA) BH: CUBANGO RIO: CUBANGO LON: 16.52° LAT: -14.66°**



Caudal médio diário (m³/s)



Utilidade: Caracterização hidrológica

Regime: Natural

Constância de escoamento: Perene

Acesso: Razoável

Geomorfologia: Canal meândrico. Não se observa leito de cheia (Análise de imagens de satélite)

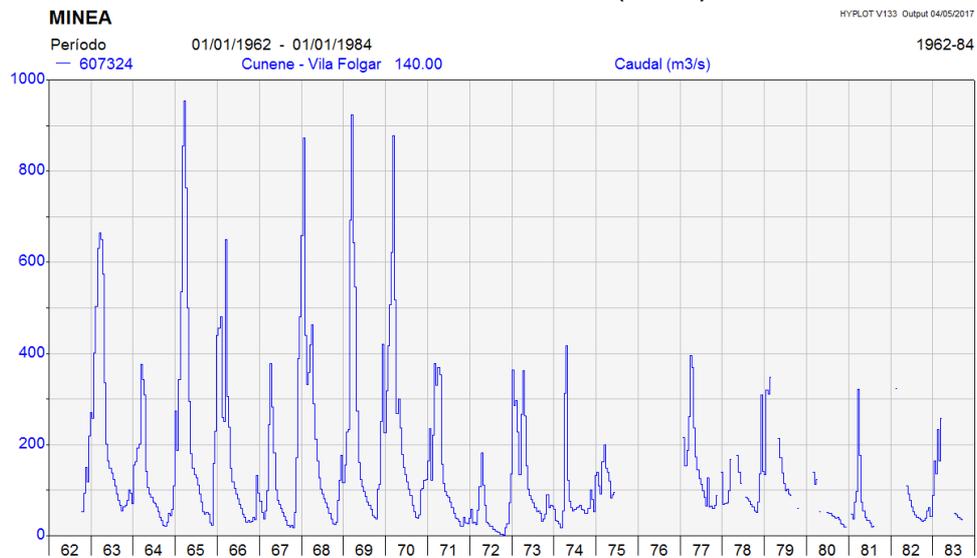
Curva de vazão: 62 medições – Dados dispersos – Potencial leito móvel



CÓDIGO: 607324 **EH18 (CAPELONGO) BH:** CUNENE **RIO:** CUNENE **LON:** 15.09° **LAT:** -14.89°



Caudal médio diário (m³/s)



Utilidade: Caracterização hidrológica

Regime: Regularizado pela barragem da Matala

Constância de escoamento: Perene

Acesso: Razoável

Geomorfologia: Canal meândrico. Não se observa leito de cheia (Análise de imagens de satélite)

Curva de vazão: 316 medições – Dados homogêneos

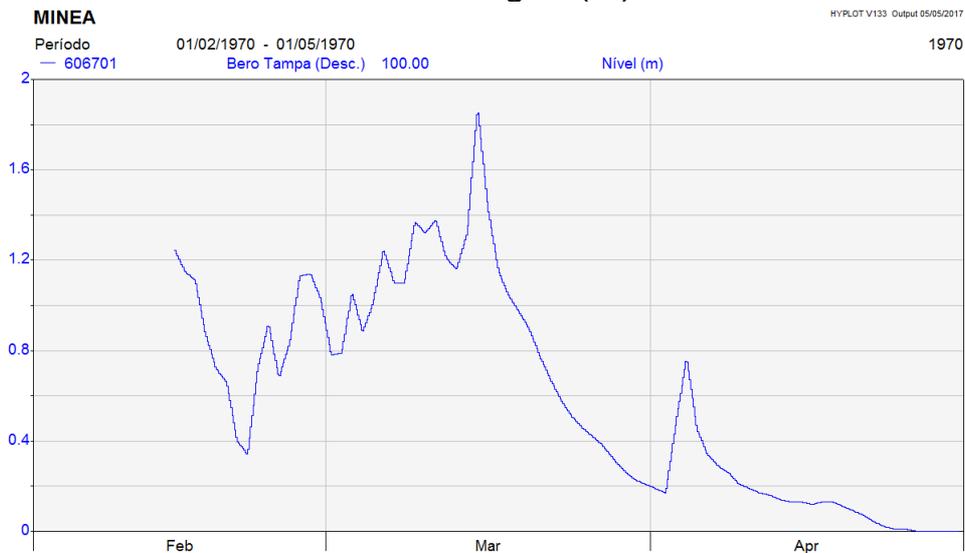


CÓDIGO: 606701

EH19 (TAMPA-DESC.) BH: BERO RIO: BERO LON: 12.87° LAT: -15.61°



Nível de água (m)



Utilidade: Caracterização hidrológica

Regime: Natural

Constância de escoamento: Intermitente

Acesso: Difícil (Avaliação depende de deslocação à secção)

Geomorfologia: Canal meândrico. Não se observa leito de cheia (Análise de imagens de satélite)

Curva de vazão: n.a.

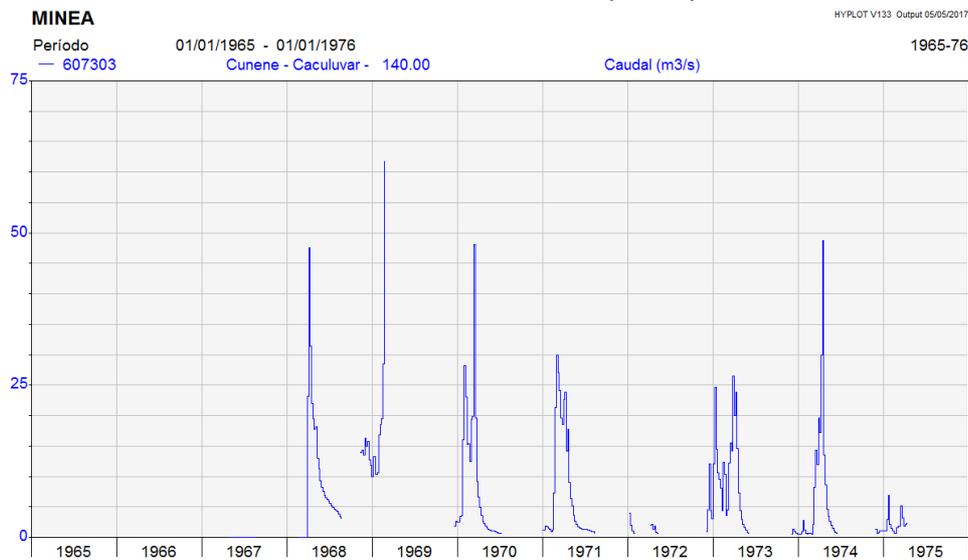
Nota: O processo de reabilitação da EH implica a reconstrução do descarregador



CÓDIGO: 607303 EH20 (COVA DO LEÃO) BH: CUNENE RIO: CACULUVAR LON: 14.16° LAT: -16.22°



Caudal médio diário (m³/s)



Utilidade: Caracterização hidrológica

Regime: Natural

Constância de escoamento: Intermitente

Acesso: Razoável

Geomorfologia: Canal anastomosado. Leito de cheia identificável ao longo do curso de água (Análise de imagens de satélite)

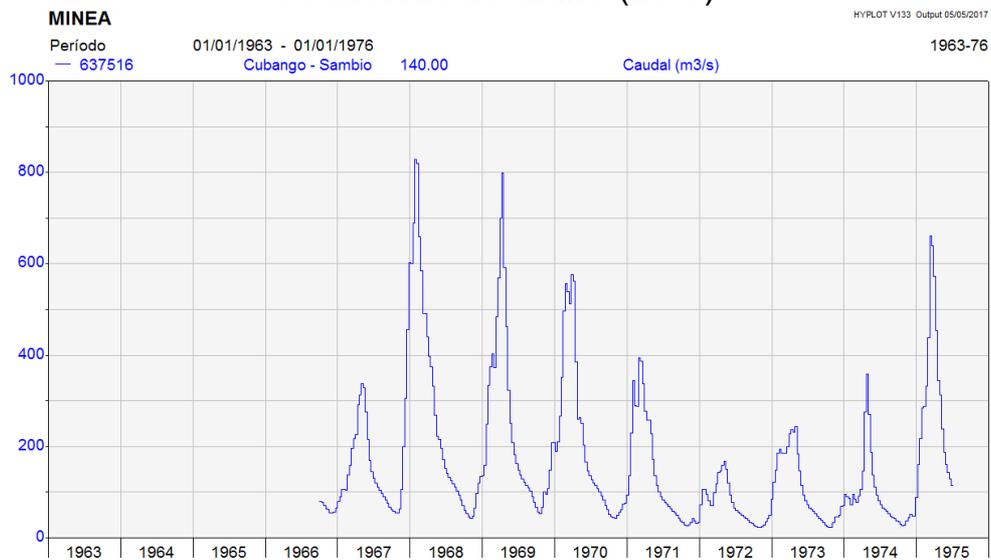
Curva de vazão: 26 medições – Dados dispersos



CÓDIGO: 637516 **EH21 (SAMBIO) BH: CUBANGO RIO: CUBANGO LON: 14.16° LAT: -16.22°**



Caudal médio diário (m³/s)



Utilidade: Caracterização hidrológica

Regime: Natural

Constância de escoamento: Perene

Acesso: Razoável

Geomorfologia: Canal anastomosado. Leito de cheia identificável ao longo do curso de água (Análise de imagens de satélite)

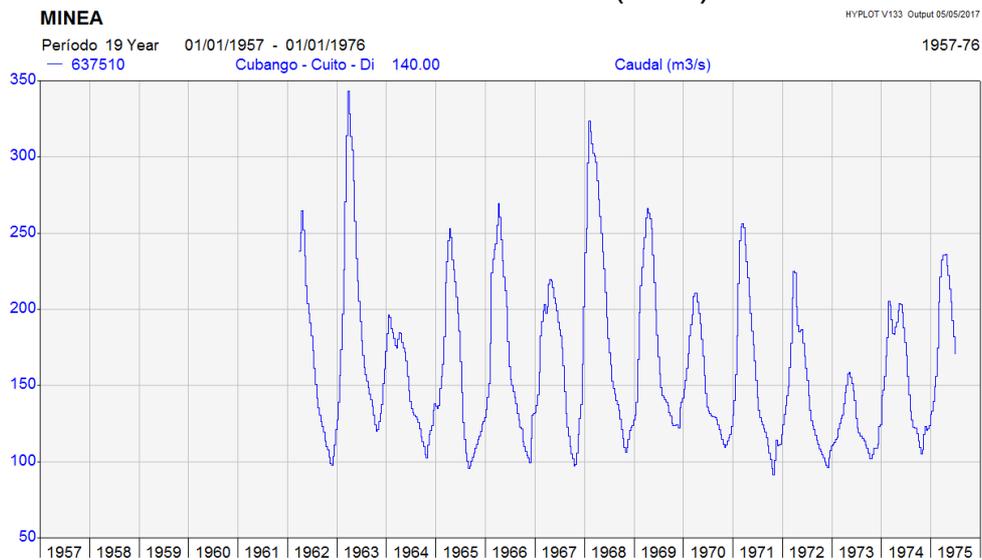
Curva de vazão: 103 medições – Dados homogêneos



CÓDIGO: 637510 **EH22 (DIRICO) BH: CUBANGO RIO: CUITO LON: 20.69° LAT: -17.93°**



Caudal médio diário (m³/s)



Utilidade: Caracterização hidrológica

Regime: Natural

Constância de escoamento: Perene

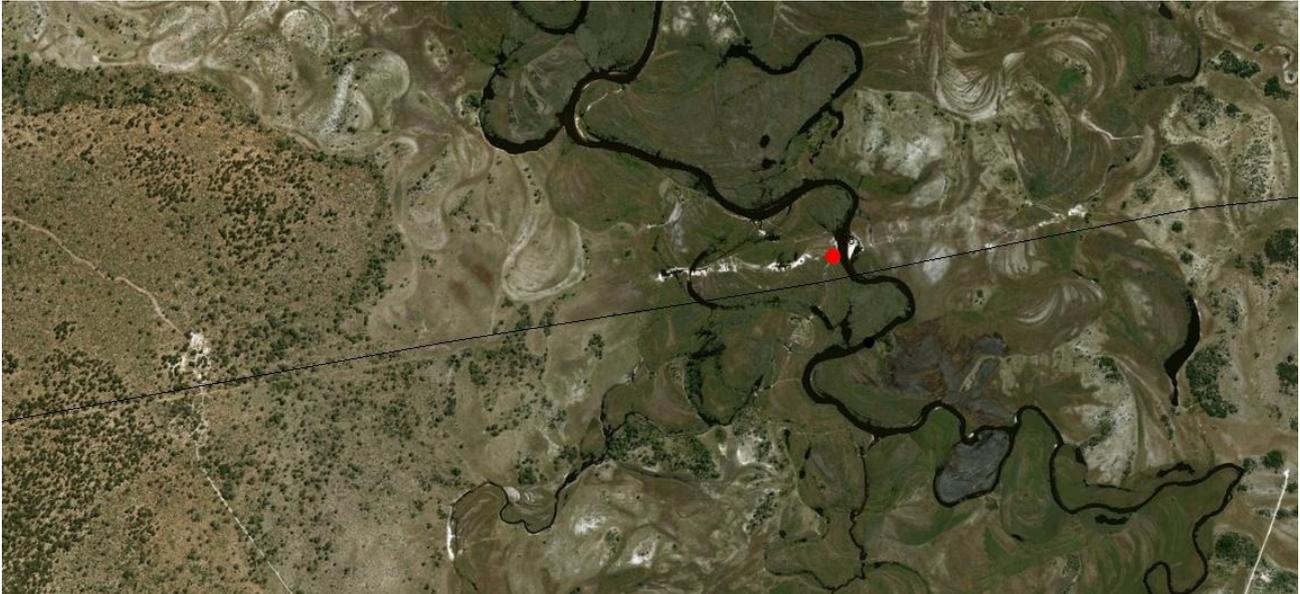
Acesso: Razoável

Geomorfologia: Canal meândrico. Leito de cheia identificável ao longo do curso de água (Análise de imagens de satélite)

Curva de vazão: 85 medições – Dados homogêneos



CÓDIGO: n.a. **EH23 (FRONTEIRA- NAMÍBIA) BH: CUANDO RIO: CUANDO LON: 23.39° LAT: -17.64°**



Utilidade: Caracterização hidrológica

Regime: Natural

Constância de escoamento: Perene

Acesso: Razoável

Geomorfologia: Canal meândrico. Observam-se inúmeros canais secundários (Análise de imagens de satélite)

Nota: O acesso a esta secção do rio Cuando terá que ser realizado através da Namíbia



Principais cursos de água de Angola



INRH

INSTITUTO NACIONAL
DE RECURSOS HÍDRICOS

ASSISTÊNCIA TÉCNICA AO INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS



simbiente
Engenharia e Gestão Ambiental

ecosphere
soluções em saneamento e desenvolvimento

SERVENG



INRH

INSTITUTO NACIONAL
DE RECURSOS HÍDRICOS

INRH/MINEA
BAIRRO TALATONA
RUA DO MAT
COMPLEXO ADMINISTRATIVO CLÁSSICOS DE TALATONA
BLOCO C (QUINTO EDIFÍCIO), R/C-DTº E 7º ANDAR
TELF: +244 222 040758
WWW.INRH.GV.AO
LUANDA /ANGOLA

Deltares is an independent institute for applied research in the field of water and subsurface. Throughout the world, we work on smart solutions for people, environment and society.

Deltares

www.deltares.nl