

Rio Luanda: Análise a uma alternativa de Tratamento e Distribuição de água em Luanda, Angola

Tese de Mestrado

Anaice Rosa Barros Casimiro

Mestrado em Ciências e Tecnologia do Ambiente – Área de Especialização em Tecnologias de Remediação Ambiental
Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento do Território

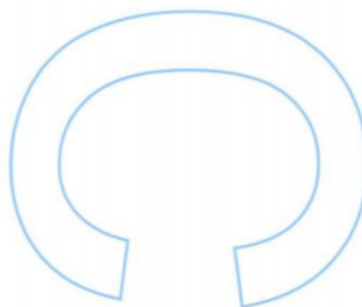
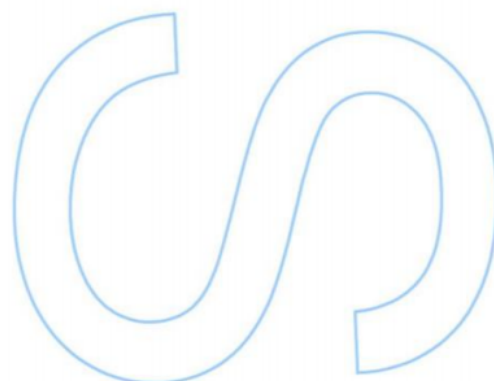
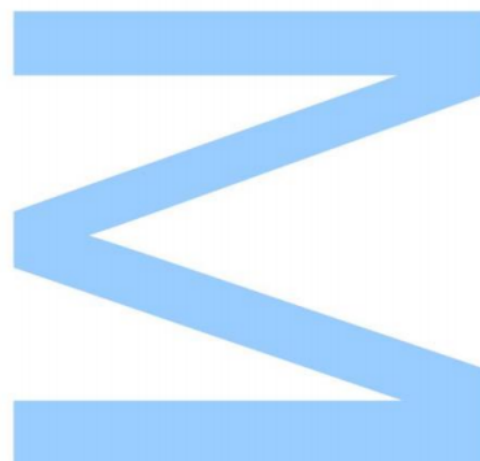
2021

Orientadora

Nazaré Couto – Investigadora CENSE, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade NOVA de Lisboa

Coorientador

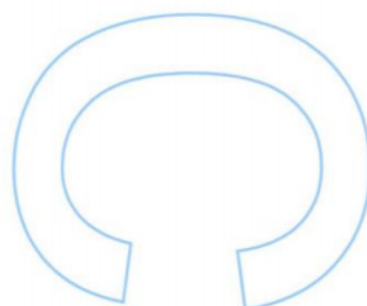
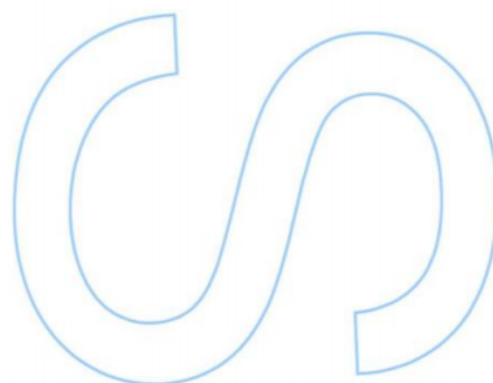
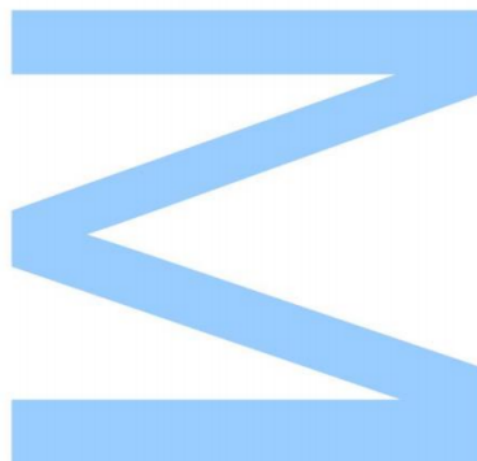
Joaquim Esteves da Silva – Professor Catedrático, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto



Todas as correções determinadas pelo
júri, e só essas, foram efetuadas.

O Presidente do Júri,

Porto, ____/____/____



Agradecimentos

“O que darei ao Senhor, por todos os benefícios que me tem feito?” Salmos 116:12

Em primeiro lugar agradeço a Yahweh, pela vida e saúde que me tem concedido. Com este trabalho de final de curso de Mestrado, marca mais uma etapa concluída da minha vida e que só foi possível pela graça e o favor de Deus que se manifestam abundantemente na minha vida. Toda sabedoria vem de Ti, por isso toda honra e glória ao Teu santo e poderoso nome. Amém.

Agradeço aos meus pais António e Albertina Mambo, aos meus irmãos Ayrton e Hircil Zua, Estevão Mambo e Wini Mambo, pelo amor que nos une e que vai muito além de laços sanguíneos e por sempre acreditarem em mim, impulsionando-me a sempre seguir os meus sonhos, por sempre incentivarem-me a ser melhor e dar o meu melhor, esta tese pertence a vocês que são a minha motivação diária, com certeza eu não conseguiria chegar até aqui sem vocês e tudo o que sou devo a vocês. E ao meu pai António Casimiro, pelo apoio, dedicação de sempre ao longo deste percurso.

Agradeço ao meu parceiro, José Paulo dos Santos Luemba, que faz toda a diferença, esta tese também é tua, obrigada pelo companheirismo, pelo cuidado, pelo apoio, pela força, pela motivação diária, por segurar a minha mão até o último “parágrafo” e nunca deixar-me desistir.

Agradeço a minha orientadora, Professora Nazaré Couto por acreditar em mim e ter-me dado a oportunidade de concretizar este trabalho, com certeza, a Professora desempenha um papel crucial em tudo que advir, obrigada por tudo e por principalmente não desistir de mim. Ao Engenheiro Francisco Lopes por deixar-me aprender consigo e por ter confiado em mim com este projeto de extrema importância.

E ao meu Coorientador Professor Catedrático Joaquim Esteves, pela disponibilidade e disposição em sempre ajudar-me para alavancar este trabalho.

Agradeço a minha família, em especial os meus tios Damásio e Guilhermina Casimiro, por acreditarem em mim e sempre apoiarem-me de em todos os sentidos e em tudo o que faço.

Agradeço ao meu Líder Espiritual, Reverendo Pastor Filemón Buza e sua Esposa Maria de Fátima Buza pelos ensinamentos, pela orientação e por constante oração para que eu vencesse e um especial muito obrigada, a toda a família da Nova Betel Kilamba, em especial a minha princesa Francisca Quissassa. Agradeço aos meus Vovôs Celestino e Margarida Puati pelo carinho e por apoiarem-me ao longo desta caminhada.

Agradeço as minhas amiga-irmã Neide Paula, por literalmente viver comigo todos os momentos da minha vida e por se fazer presente de uma forma única e especial.

Agradeço aos meus amigos, Eugénia Barros, Eugénia Manuel, Cátia Raposo, Sílvio Rodrigues, Maria Nzau, Benvinda Badi, Dina Sumbo, Zínia André e Núria Alice, pelo carinho e o suporte de sempre, a minha Família Epignosis, em especial ao Hernani Malonda, Edna Ossana, Manuela Roque, Áurea

Baltazar, Natália Pombal, Arsénio Chocolate e Sito Dembe, pelo carinho, cuidado e por torcerem pela concretização desta tese.

Agradeço as minhas amigas e parceiras de mestrado, Ana Filipa Dias e Ana Rita Cunha, por serem minhas parceiras no verdadeiro sentido da palavra e por terem sido um grande suporte ao longo deste percurso lindo que fizemos juntas.

Agradeço a Dra. Fontoura. Por estender-me a mão durante o processo e ajudar-me de forma singular e incansável para que eu alcançasse o meu objetivo.

Agradeço a todos que direta ou indiretamente ajudaram-me para que hoje esta tese fosse uma realidade.

Que a bênção do Senhor Jesus alcance-vos e que retribua de forma dobrada.

Muito obrigada.

Resumo

O abastecimento de água equivalente às necessidades diárias humanas e o acesso ao saneamento adequado são fatores que contribuem para a saúde e a segurança da população mundial. A falta destes, condiciona significativamente o desenvolvimento de uma sociedade.

Angola é um país extremamente rico em recursos hídricos, contudo é considerado um dos países com elevada taxa de mortalidade por doenças de veiculação hídrica. Isto deriva do fato de grande parte da população, ainda consumir água não potável. Em alguns municípios de Luanda há comercialização de água bruta. A água é captada por camiões-cisternas, diretamente de um corpo de água superficial ou subterrâneo, e em seguida é feita a distribuição, sem tratamento prévio. É responsabilidade de cada consumidor, antes de consumir a água efetuar ou não a desinfecção rudimentar.

Na perspetiva de ações que promovem desenvolvimento sustentável é necessário um leque abrangente de ferramentas que de acordo a realidade local possam melhorar o acesso a água potável e saneamento básico assim como a proteção e recuperação dos ecossistemas, uso sustentável e equitativo de água de boa qualidade e adaptação às alterações climáticas. Bem como promover o aumento da reutilização e valorização da matéria-prima existente nas águas residuais e produtos, até agora considerados finais. É importante e de caráter urgente a adoção de soluções inovadoras que visam melhorar o bem-estar humano e a qualidade de vida urbana.

Palavras-chaves: abastecimento de água potável, saneamento básico, desenvolvimento sustentável.

Abstract

A water supply equivalent to human daily needs and access to adequate sanitation are factors that contribute to the health and safety of the world's population. The lack of these significantly conditions the development of a society.

Angola is an extremely rich country in water resources; however it is considered one of the countries with a high mortality rate due to waterborne diseases. This stems from the fact that a large part of the population still consumes non-drinking water. In some municipalities in Luanda, there is commercialization of raw water. The water is collected by tanker trucks, directly from a surface or underground water body, and then distributed without prior treatment. And it is the responsibility of each consumer, before consuming the water, to carry out rudimentary disinfection or not.

From the perspective of actions that promote sustainable development, a comprehensive range of tools is needed that, according to the local reality, can improve access to drinking water and basic sanitation as well as the protection and recovery of ecosystems, sustainable and equitable use of good quality water and adaptation to climate change. As well as promoting an increase in the reuse and valorization of raw material existing in wastewater and products, until now considered final. It is important and urgent to adopt innovative solutions that aim to improve human well-being and the quality of urban life.

Keywords: drinking water supply, basic sanitation, sustainable development.

Índice

Agradecimentos	IV
Resumo	VI
Abstract	VII
Índice de Figuras	X
Índice de Tabelas	XI
Lista de Abreviaturas	XII
I. Introdução	1
I.1 Enquadramento Temático	1
I.2 Problemática e Interesse do Tema	2
I.3 Objetivos	3
I.4 Metodologia	3
I.5 Estrutura	3
II. Revisão Bibliográfica	4
II.1 Saneamento Básico	4
II.2 Água	6
II.2.1 Escala Global.....	6
II.2.2 Escala Continental.....	8
Bacias Hidrográficas de Angola	16
II.3 Ciclo Urbano da Água	17
II.3.1 Sistemas de abastecimento de água.....	18
II.3.2 Sistemas de drenagem de águas residuais.....	18
II.4 Água e Saúde Pública	20
II.5 Desenvolvimento Sustentável	21
II.5.1 Objetivos de Desenvolvimento do Milénio (ODM)	22
II.5.2 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)	25
II.5.3 ODS 6.1	27
II.5.4 ODS 6.2	27
III. Caracterização do Objeto de Estudo	29

III.1	Geografia e Clima.....	29
III.2	Densidade populacional	29
III.3	Principais Problemas Ambientais da Orla Costeira de Luanda.....	31
III.4	Sistema de Abastecimento de Água em Luanda	32
III.4.1	Sistema de produção	32
IV.	Resultados e Discussão.....	37
IV.1	Pré-requisitos para o planeamento de sistemas fluviais urbanos	37
IV.1.1	Multifuncionalidade e Interdisciplinaridade	38
IV.1.2	Orientação do processo	38
IV.2	Alternativa para o Sistema de abastecimento de Água em Luanda.....	38
IV.2.1	Mapa rio Luanda	40
IV.2.2	Principais funções técnicas do rio Luanda.....	42
IV.2.3	Cronograma de execução do PRL.....	43
IV.2.4	Orçamento preliminar do PRL.....	43
IV.3	Análise do PRL	44
IV.3.1	Potenciais impactos positivos do PRL	44
IV.3.2	Potenciais impactos negativos do PRL.....	44
IV.3.3	Ações de mitigação.....	45
V.	Conclusão.....	46
VI.	Referências Bibliográficas	47
VII.	Anexos	52

Índice de Figuras

Figura 1 – Representação gráfica das fases principais do abastecimento de água. ^[8]	4
Figura 2 – Representação gráfica das fases principais da drenagem de águas residuais. ^[8]	5
Figura 3 – Representação gráfica da Hierarquia da Gestão de resíduos sólidos. ^[8]	5
Figura 4 – Representação gráfica da Distribuição de água no planeta. ^[14]	7
Figura 5 – Representação gráfica de fontes de água potável na eu (2011-2013). ^[21]	9
Figura – - Representação gráfica da Distribuição geográfica da percentagem de água segura por concelho em função da meta de 99%, em 2017 (esquerda); Representação gráfica de fontes de água, para o consumo humano (2016-2017) (direita). ^[27]	11
Figura – - Representação gráfica do tipo de origens de água utilizadas em 2017 por concelho (esquerda) e da evolução do tipo de origens de água utilizada no abastecimento público (%) (direita). ^[27]	11
Figura – - Representação gráfica da produtividade dos aquíferos em África. ^[28]	12
Figura – - Representação gráfica – Taxa de cobertura da população servida (2013-2017). ^[33]	15
Figura 1– - Representação gráfica das Bacias Hidrográficas Internacionais de Angola. ^[37]	16
Figura 1– - Representação gráfica do Desenvolvimento sustentável. ^[50]	22
Figura 1– - Representação Gráfica – Falta de acessibilidade de água a nível mundial, 2015. ^[51]	23
Figura 1– - Representação gráfica – Água potável a nível mundial, 2015. ^[51]	23
Figura 1– - Representação Gráfica – Falta de saneamento a nível mundial, 2015. ^[51]	24
Figura 1– - Representação Gráfica – Saneamento a nível mundial, 2015 ^[51]	25
Figura 16 – Agenda 2030 do Desenvolvimento Sustentável ^[53]	25
Figura 1– - Representação gráfica da População sem acessibilidade a água potável, 2020. ^[57]	27
Figura 1– - Representação gráfica – População sem saneamento seguro, 2020. ^[57]	28
Figura 1– - Representação do mapa de Luanda e a sua atual Divisão Administrativa. ^[60]	30
Figura 2– - Densidade Populacional de Angola 2021. ^[64]	31
Figura 2– - Representação gráfica do atual sistema de distribuição de água. ^[67]	33
Figura 2– - Representação gráfica da percentagem dos meios de abastecimento que constitui o sistema atual de Luanda. ^[67]	36
Figura 2– - Casos de abastecimento de água irregular em Luanda ^[69]	37
Figura 24 – a) Representação gráfica da sub-bacia do Kambaba; b) Representação gráfica da sub-bacia do Cacuaco. ^[67]	39
Figura 2– - Casos de inundações em Luanda, 2021. ^[77]	40
Figura 2– - Representação gráfica do Mapa estrutural do sistema de abastecimento e distribuição de água associado ao rio Luanda. ^[67]	41

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Externalidades inerentes ausência e presença de rede de saneamento básico. ^[12]	6
Tabela – - Indicadores para o sector da água ^[33]	14
Tabela – - Principais rios de Angola ^[32]	17
Tabela – - Principais Problemas Ambientais da Orla Costeira de Luanda. ^[46]	31
Tabela – - Capacidade Instalada de cada Sistema. ^[66]	33
Tabela – - Dados técnicos das sub-bacias. ^[67]	40
Tabela – - Dados técnicos do rio Luanda. ^[67]	41
Tabela – - Cronograma das atividades do PRL. ^[67]	43

Lista de Abreviaturas

a.C. – Antes de Cristo

APA – Agência Portuguesa do Ambiente

CD – Centro de Distribuição

CDA – Centros de Distribuição de Água

CE – Comissão Europeia

CEE – Comunidade Económica Europeia

DAB – Diretiva de Águas Balneares

DAP – Diretiva de Água Potável

DNA – Direção Nacional de Águas

DQA – Diretiva Quadro Água

DRTI – Documento de Repartição Territorial das Intervenções

DTARU – Diretiva de Tratamento de Águas Residuais Urbanas

ERSAR – Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos

ETA – Estações de Tratamento de Água

ETAR – Estações de Tratamento de Água Residuais

UE – União Europeia

EUA – Estados Unidos da América

GRN – Gabinete de Reconstrução Nacional

INE – Instituto Nacional de Estatística

INRH – Instituto Nacional de Recursos Hídricos

MINEA – Ministério de Energia e Águas

ODM – Objetivos de Desenvolvimento do Milénio

ODS – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

OMS – Organização Mundial da Saúde

ONU – Organização das Nações Unidas

PCB – Plano de Consolidação das Barrocas

PCM – Programa Conjunto de Monitorização

PDAAP – Plano Diretor de Abastecimento de Água Potável

PDC – Plano Diretor da Cidade

PDSCP – Plano Diretor de Saneamento a Curto Prazo

PDSL – Plano do Diretor de Saneamento em Luanda

PGE – Plano Geral de Esgotos

PGS – Plano Geral de Saneamento

PNA – Plano Nacional da Água

PPDAP – Projetos Preliminares de Drenagem das Águas Pluviais

PPRSCSL – Programa Prioritário de Reabilitação do Sistema Combinado de Saneamento de Luanda

PRBPA – Plano de Renovação e Beneficiação dos Pavimentos e Arruamentos

PRL – Projeto Rio Luanda

RU – Resíduos Urbanos

UNICEF – United Nations Children’s Funds

WSA – Water Security for all

WASH – Water, Sanitation and Hygiene

I. Introdução

I.1 Enquadramento Temático

A água é uma parte integrante do bem-estar de todos os seres vivos, 70% do organismo humano é constituído por água. Este recurso não somente é indispensável para a vida como também é essencial para o desenvolvimento de todos os setores de uma sociedade. ^[1]

“A água é necessária em todos os aspetos da vida. O objetivo geral é assegurar que se mantenha uma oferta adequada de água de boa qualidade para toda a população do planeta, ao mesmo tempo em que se preserve as funções hidrológicas, biológicas e químicas dos ecossistemas, adaptando as atividades humanas aos limites da capacidade da natureza e combatendo vetores de moléstias relacionadas com a água. Inclusive o aperfeiçoamento de tecnologias nativas, são necessárias para aproveitar plenamente os recursos hídricos limitados e protegê-los da poluição. (ONU, 1992)” ^[1]

A civilização humana teve de aprender a otimizar a utilização de água doce para o seu próprio benefício. As primeiras comunidades agrícolas eram dependentes da variabilidade natural das chuvas e do escoamento. Porém, com os avanços da engenharia, surgiram as barragens simples e canais de irrigação que permitiram um grande avanço na atividade e na produção agrícola. Durante a revolução industrial e a explosão populacional dos séculos XIX e XX, a procura por água aumentou drasticamente, o que exigiu a construção sem precedentes de dezenas de milhares de projetos de engenharia para controlar inundações, proteger o abastecimento de água limpa e fornecer água para irrigação ou energia hidroelétrica. Com este desenvolvimento urbano, muitas doenças de origem hídrica, como cólera e febre tifóide, antes endémicas em todo o mundo, foram amplamente erradicadas em nações mais industrializadas e desenvolvidas ^[2]. Nesta altura, para os países menos industrializados e que se encontravam em vias de desenvolvimento, o quadro era totalmente diferente e os desafios eram maiores. Em 1977 realizou-se na Argentina uma das primeiras conferências ONU sobre a água (Conference on Water), onde se abordou a importância do abastecimento de água e do saneamento para melhorar as condições de vida das populações a nível mundial. Desta conferência resultou a Década Internacional de Água Potável e Saneamento (1981-1990) em que todas as diligências feitas pela ONU e outras organizações internacionais foram no sentido de procurar garantir o fornecimento de abastecimento de água e saneamento adequado a todas as pessoas de forma segura e equitativa. Posteriormente em 1992 a ONU organizou a Conferência Internacional sobre a Água e o Meio Ambiente em Dublin, na Irlanda. Nesta reunião estabeleceram-se os princípios essenciais que alavancaram a reforma deste setor. Estes princípios permitiram reconhecer a água doce como um recurso finito e vulnerável cujo uso deverá ser racionalizado e obedecer a uma gestão sustentável que integra a participação dos consumidores e órgãos responsáveis pelas políticas ^{[1][3]}.

Apesar dos esforços que vêm a ser envidados grande parte da população mundial ainda não tem acesso a uma fonte de água adequada. O consumo de água contaminada pode ser associado a uma das principais causas dos 2,2 milhões de mortes por doenças de veiculação hídrica, que ocorrem anualmente ^[4]. O abastecimento doméstico de água poderá contribuir fundamentalmente para a propagação de doenças, incluindo em crianças ^[5].

É importante realçar que:

- o abastecimento de água é considerado adequado quando existe acesso a água potável, através de uma canalização instalada na habitação, nomeadamente torneira pública, furo, reservatório ou nascente protegida;
- as fontes de água não adequadas para consumo são as águas superficiais (rios, ribeiros, canais, albufeiras, lagos e lagoas), águas subterrâneas (furo), nascentes não protegidas e os comerciantes de água não tratada previamente;
- acesso a água potável é considerado razoável, quando existe uma disponibilidade de pelo menos 20 litros por pessoa e por dia, num raio de um quilómetro ^[5].

I.2 Problemática e Interesse do Tema

Angola é um país extremamente rico em recursos hídricos, contudo é considerado um dos países com elevada taxa de mortalidade por doenças de veiculação hídrica. Isto deriva do facto de que grande parte da população, ainda consome água não potável. Em alguns locais de Luanda existe a comercialização de água bruta que consiste em captação para camiões-cisternas, diretamente de um corpo de água superficial ou subterrâneo, seguida de distribuição sem tratamento prévio. O consumidor pode efetuar ou não a desinfecção rudimentar, colocando gotas de hipoclorito de sódio (lixívia) ou submetendo a água a altas temperaturas até atingir o seu ponto de ebulição. Não é possível afirmar que, esta técnica elimina os agentes patogénicos indesejáveis ao ponto de assegurar o seu consumo, mas tem sido adotado como último recurso, para a potabilidade. Além dos fatores supracitados, a precariedade ou inexistência de um sistema de saneamento adequado, afeta negativamente o estado ecológico dos corpos de água, como consequência da população alocada nas proximidades, utilizar por exemplo os rios para descargas diretas de esgoto doméstico.

A desigualdade social também contribui para o difícil acesso à água em quantidade suficiente para a satisfação das necessidades da população. Neste cenário surge a importância ^[6] de abordar a seguinte questão, “Porquê o acesso a água potável em Angola ainda é um problema, porquê a população ainda carece de um sistema de saneamento adequado, sendo que é um país extremamente rico em recursos naturais?”

I.3 Objetivos

A nível de planeamento e gestão urbana, aspetos fundamentais da estrutura e processos de ecossistemas urbanos englobam a utilização de recursos, incluindo a qualidade de água nos locais que apresentam fragilidades.

O objetivo geral da presente tese é apresentar o potencial dos sistemas fluviais urbanos como uma alternativa para ultrapassar os desafios quanto a qualidade da água. Os objetivos específicos são:

1. Enquadrar a problemática existente face à água e sua utilização, a nível mundial;
2. Analisar a alternativa Rio Luanda como um sistema que permita aumentar o leque de opções de tratamento e distribuição de água em Luanda.

I.4 Metodologia

Para a elaboração da presente tese, optou-se por uma pesquisa científica qualitativa, onde foram executadas revisões bibliográficas sistemáticas sobre os aspetos relevantes para a consolidação da temática abordada.

I.5 Estrutura

Este trabalho encontra-se dividido em 5 capítulos e é apresentado sumariamente da seguinte forma:

- no presente capítulo (I) é enquadrada a temática da presente tese e apresentam-se os objetivos, a metodologia e a estrutura;
- no capítulo II é apresentado o suporte teórico, nomeadamente os conceitos e teorias necessários para perceção da temática;
- no capítulo III caracteriza-se o objeto de estudo, salientando as informações mais relevantes sobre o mesmo;
- no capítulo IV são analisados e discutidos aspetos do Projeto Rio Luanda como possível alternativa para o sistema de abastecimento de água atual de Luanda;
- no capítulo V as considerações finais relativamente a temática.

II. Revisão Bibliográfica

II.1 Saneamento Básico

O conceito de potabilidade de água, como essencial para a saúde pública, não é uma ideia nova. Em 350 a.C., Hipócrates recomendou água fervente para inativar as impurezas existentes ^[7]. No início do século XX, os EUA e a Europa Central, implementaram medidas de proteção das fontes de água e instalação de sistemas de esgoto permitindo a redução significativa de doenças relacionadas com a água, saneamento e higiene ^[7]. Atualmente estes serviços são um dos meios mais eficazes e menos dispendiosos para melhorar a saúde pública a nível mundial. Nos países em desenvolvimento, milhões sofrem de doenças evitáveis e morrem todos os anos, como resultado da insuficiência dos serviços de saneamento básico ^[7]. De acordo com a OMS, saneamento básico é o controle de todos os fatores do meio ambiente, que podem exercer efeitos nocivos sobre o bem-estar, físico, mental e social dos indivíduos, ou seja, mescla de ações sociais, políticas e económicas que contribuem para o cumprimento dos requisitos necessários para alcançar a salubridade ambiental ^[7] e deste modo proteger a saúde pública ^[8]. Com base no conceito de saneamento básico, é possível afirmar que este pode ser considerado como um indicador da qualidade de vida ^[9], que compreende os seguintes serviços:

- **Abastecimento de água** - a implementação de um sistema de abastecimento de água eficaz e eficiente é uma solução viável, que beneficia a população em geral. Caracteriza-se pela captação de águas subterrâneas e/ou superficiais, posterior tratamento e distribuição aos aglomerados populacionais (ver figura 1), em quantidade proporcional às suas necessidades básicas de conforto. Um sistema de abastecimento de água permite:
 1. Proteção dos corpos hídricos;
 2. Gestão das unidades instaladas;
 3. Controle na qualidade água consumida;
 4. Benefícios para economia de recursos humanos e financeiros ^[8]



Figura 1 - Representação gráfica das fases principais do abastecimento de água. ^[8]

- **Drenagem de Águas residuais** - como resultado do consumo da água abastecida aos diferentes sectores, tais como doméstico, comercial, industrial e público há produção de águas residuais que devem ser recolhidas e encaminhadas para Estação de Tratamento de Águas Residuais

ETARs e descarregadas no corpo hídrico em condições ambientalmente seguras (ver Figura 2). Caso contrário, podem causar impactos negativos como por exemplo contaminação de massas de água, poluição de solos, e, inclusivamente, propagação de doenças no caso de escoamento a céu aberto ^[8].



Figura 2 - Representação gráfica das fases principais da drenagem de águas residuais. ^[8]

- **Gestão de resíduos sólidos** - a produção de resíduos é uma consequência do uso de recursos nas atividades socioeconómicas que caracterizam o nosso quotidiano. Os resíduos têm origem nas várias fases do metabolismo socioeconómico, desde que são extraídos da natureza até ao momento em que os materiais e produtos em que se transformam deixam de ter utilidade para o seu consumidor. De acordo com o Regime Geral de Gestão de Resíduos, resíduo urbano (RU) é “o resíduo proveniente de habitações bem como outro resíduo que, pela sua natureza ou composição, seja semelhante ao resíduo proveniente de habitações”. Os resíduos urbanos apresentam algumas características que os distinguem dos demais resíduos, como por exemplo a origem, o volume de produção, a composição e os modelos de gestão. Para além disto, são produzidos por um número bastante elevado e disperso de produtores (sobretudo consumidores domésticos), o que coloca desafios à sua gestão ^[10]. É de extrema importância que haja um sistema de recolha, tratamento e deposição ambiental e sanitariamente seguro, mediante o cumprimento da hierarquia dos resíduos sólidos, de acordo a sua tipologia e o seu estado (ver figura 3) ^[9].



Figura 3 - Representação gráfica da Hierarquia da Gestão de resíduos sólidos. ^[8]

- **Drenagem de águas pluviais** – o objetivo principal é o aproveitamento do escoamento da água proveniente da precipitação ^[8], aplicando medidas estruturais e não estruturais para prevenir quadros de inundações e igualmente garantir a retenção de água. Com a implementação de um sistema de drenagem de águas pluviais, procura-se minimizar os impactos resultantes das intervenções humanas ao ciclo da água. Esta é realizada por redes de canais superficiais (por exemplo os sumidouros) e subterrâneas (por exemplo condutas) ^[11].

A Tabela 1, identifica as externalidades relativamente à existência ou inexistência de acesso à rede de saneamento básico, uma vez que afeta diretamente a qualidade de vida dos seres humanos ^[12].

Tabela 1 – Externalidades inerentes ausência e presença de rede de saneamento básico. ^[12]

Foco das Externalidades	Externalidades positivas	Externalidades negativas
Direitos humanos	• Aumento da dignidade humana; • Exercício dos direitos humanos; • Inserção na sociedade	
Saúde pública	• Diminuição de disseminação de doenças; • Diminuição da mortalidade infantil; • Diminuição do tempo da morbilidade;	• Proliferação de doenças ligadas ao uso indevido da água; • Aumento da mortalidade infantil • Sobrecarga dos serviços de saúde;
Meio ambiente	• Uso sustentável dos recursos hídricos; • Salubridade ambiental;	• Poluição da água; • Poluição ambiental com uso de fontes alternativas de drenagem de águas residuais;
Desenvolvimento económico	• Valorização propriedades; • Viabilização de pequenos negócios; • Promoção de inclusão social.	• Perpetuação da pobreza; • Aumento do custo de tratamento da água potável e águas residuais.

II.2 Água

II.2.1 Escala Global

A água líquida é responsável pela vida como a conhecemos, mas apenas cerca de 1% da água doce é acessível em lagos, canais de rios e lençóis freáticos ^[13].

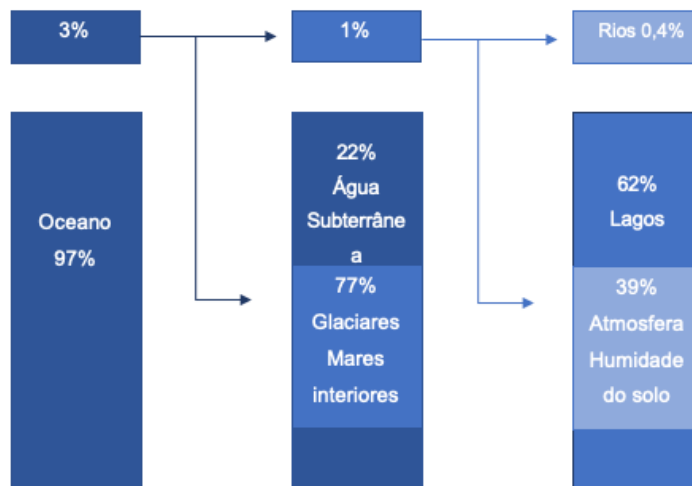


Figura 4 - Representação gráfica da Distribuição de água no planeta. ^[14]

A distribuição da água no planeta Terra, dá-se conforme a ilustração nos gráficos de barras (ver Figura 4) ^[14]. No início do século XX, mais de 86% da população vivia em zonas rurais. Atualmente as proporções são de cerca de 50:50 (urbano/rural). As cidades e megacidades continuam a evoluir cada vez mais e estima-se que entre 1990 e 2000, a população global tenha passado de 5,25 mil milhões para mais de 6 mil milhões, um aumento de mais de 15%. Este total reflete um aumento de 25% na população urbana e de 8% na população rural, refletindo um acréscimo de cerca de 800 milhões de pessoas a necessitarem de acesso a fontes de água potável apenas para manter a cobertura em um nível constante ^{[15] [16] [17] [18]}. Atualmente, de acordo com a UNICEF mais de 1,42 mil milhões de pessoas, incluindo 450 milhões de crianças, vivem em áreas de vulnerabilidade hídrica alta ou extremamente alta, o que significa que uma em cada cinco crianças em todo mundo não tem água suficiente para atender às suas necessidades diárias ^[19]. O relatório da UNICEF de 2017, estima que aproximadamente uma em cada quatro crianças em todo o mundo viverá em zona de stress hídrico extremamente elevado até 2040. ^[19]

Para dar resposta a este quadro surgiu a iniciativa Water Security for All (WSA), promovida pela UNICEF, que visa instigar recursos, parcerias e resposta global para todas as áreas identificadas como mais vulneráveis, ou seja, onde a necessidade de água, saneamento e serviços de higiene seguros, resilientes e sustentáveis é maior e mais urgente ^[19]. Ações associadas:

- **Serviços de água potável que garantem a sua segurança e acessibilidade:** que sejam sustentáveis, de curta distância e com gestão profissional;
- **Comunidades e serviços de água, saneamento e higiene resilientes:** que resistam aos choques climáticos; cuja operação seja por meio de fontes de energia de baixo carbono e que impulsionem a resiliência e a capacidade de adaptação das comunidades;

- **Prevenção a escassez de água:** através de avaliações de recursos, captação sustentável de água, uso eficiente e medidas preventivas;
- **Cooperação hídrica para a paz e a estabilidade:** dando apoio às comunidades e principais partes interessadas para que a gestão equitativa dos serviços de água, saneamento e higiene aumente a coesão social, a estabilidade política e a paz. ^[19]

E para esta iniciativa, foram priorizados países, que se encontram em situação de:

- **Escassez de água:** onde a demanda por água excede o abastecimento e onde os recursos hídricos disponíveis ou se aproximam ou ultrapassam os limites sustentáveis. A escassez pode ser física ou económica;
- **Stress hídrico:** resulta da escassez de água tanto em termos de qualidade como de acessibilidade da água; manifesta-se através de conflitos por recursos hídricos, extração excessiva ou problemas de saúde e doenças;
- **Vulnerabilidade hídrica extrema:** combinação dos níveis mais altos de escassez física de água e dos níveis mais baixos de serviço de água potável que afetam uma determinada população (água de superfície, serviço de água não melhorado ou limitado);
- **Segurança hídrica:** capacidade de uma população preservar o acesso sustentável a quantidades adequadas de água de qualidade aceitável. ^[19]

II.2.2 Escala Continental

II.2.2.1 Europa

A UE, no âmbito de instrumentos legislativos que permitam melhorar a qualidade de água de acordo o seu uso, apresenta:

- Diretiva Quadro Água (DQA)
- Diretiva de Água Potável (DAP)
- Diretiva de Tratamento de Águas Residuais Urbanas (DTARU)
- Diretiva de Águas Balneares (DAB)

A DAP tem como objetivo, proteger a saúde humana dos efeitos adversos de qualquer contaminação da água destinada ao consumo humano. A diretiva entrou em vigor em 1998, substituiu a Diretiva 80/778/CEE e foi alterada em 2015 (CE, 2015a). Vinte e sete Estados-Membros da UE promulgaram nas respetivas legislações nacionais para cumprimento dos seus requisitos face à realidade de cada Estado-Membro. A diretiva estabelece padrões para os organismos e substâncias mais comuns que podem ser encontrados na água potável, num total de 48 parâmetros que devem ser monitorizados e testados regularmente ^[20]. O Anexo I da Diretiva divide estes parâmetros em microbiológicos, químicos e físicos.

Os dois parâmetros microbiológicos são *E. coli* e *Enterococos*. Grande parte dos indicadores físicos não representam uma ameaça direta à saúde humana, mas podem ter um impacto indireto no sabor ou odor da água, ou interferir no tratamento adequado. Os parâmetros químicos foram selecionados de acordo com o potencial impacto na saúde humana e não correspondem à lista de substâncias prioritárias para águas superficiais da DQA. De acordo com os dados de qualidade da água potável para o período de referência de 2011-2013 na UE, o volume de água fornecido dividido pelo número da população residente é de cerca de 220 litros. Este é o resultado do somatório do consumo médio diário humano e de outros usos como por exemplo o abastecimento de água potável para a indústria ^[20] ^[21]. Metade da água potável consumida na Europa provém de recursos hídricos subterrâneos e cerca de um terço de águas superficiais (ver Figura 5). As diretivas UE vão no sentido de os recursos de água potável serem protegidos de forma sustentável contra as pressões antropogénicas resultantes da captação, poluição ou de infraestruturas inadequadas de água potável ^[22].

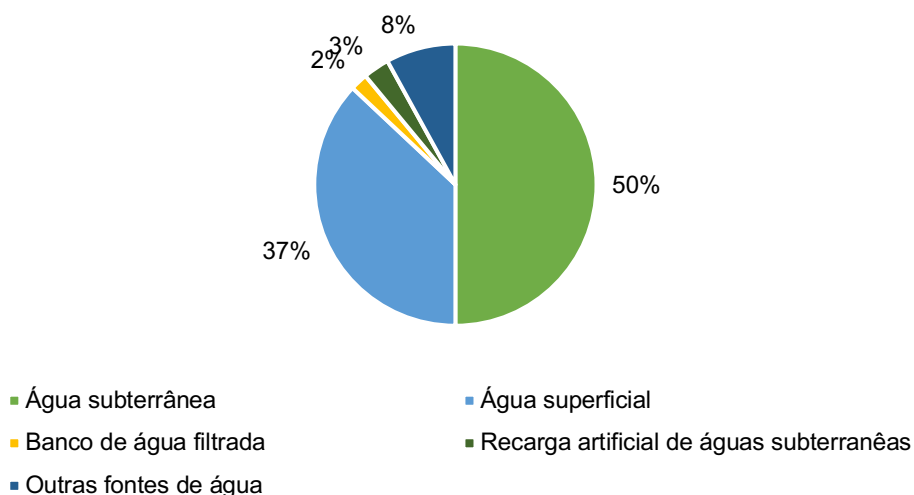


Figura 5 - Representação gráfica de fontes de água potável na UE (2011-2013). ^[21]

Em 16 de dezembro de 2020, o Parlamento Europeu adotou formalmente a revisão da Diretiva Água Potável. A diretiva entrou em vigor a 12 de janeiro do corrente ano e os Estados-Membros têm dois anos para a transpor para a legislação nacional ^[23]. As novas normas atualizam os parâmetros para a qualidade da água, reforçando os limites máximos de certos poluentes, incluindo o chumbo e algumas bactérias. Também estabelecem os requisitos mínimos de higiene dos objetos em contacto com a água potável (como canos e torneiras) para evitar contaminação. Sob este novo conjunto de regras, os países da UE devem melhorar os sistemas de acesso a água potável a todos os cidadãos, especialmente aos grupos vulneráveis sem acesso ou com acesso limitado a fontes de água potável em locais públicos, ou através de sistemas de abastecimento alternativos ^[24].

Portugal

O Decreto-Lei n.º 306/2007, atualmente aprova as normas que se referem à qualidade da água destinada ao consumo humano. Este diploma revoga o Decreto-Lei n.º 243/2001, de 5 de setembro, que transpõe para ordem jurídica interna a Diretiva n.º 98/83/CE, do Conselho, de 3 de novembro. Segundo, o Decreto-Lei, no seu artigo 2, alínea b) «Água destinada ao consumo humano» ^[25]:

“i) Toda a água no seu estado original, ou após tratamento, destinada a ser bebida, a cozinhar, à preparação de alimentos, à higiene pessoal ou a outros fins domésticos, independentemente da sua origem e de ser fornecida a partir de uma rede de distribuição, de um camião ou navio- - cisterna, em garrafas ou outros recipientes, com ou sem fins comerciais; ii) Toda a água utilizada numa empresa da indústria alimentar para fabrico, transformação, conservação ou comercialização de produtos ou substâncias destinados ao consumo humano, assim como a utilizada na limpeza de superfícies, objetos e materiais que podem estar em contacto com os alimentos, exceto quando a utilização dessa água não afeta a salubridade do género alimentício na sua forma acabada.”^[25]

Em Portugal, a autoridade responsável, pela coordenação e fiscalização do cumprimento da legislação em vigor face à água potável é a ERSAR, I. P., como está descrito no Decreto-Lei no seu artigo 3 ^[25]. A estratégia aplicada para garantir a eficiência do setor de abastecimento de água e saneamento de águas residuais, é de acordo ao Plano Estratégico de Abastecimento de Água e Saneamento de Águas Residuais 2020 ^[26], que estabeleceu como meta para 2020 o valor de 99% de água segura. Em 2017, manteve-se a tendência de melhoria no indicador “água segura” para grande parte dos concelhos de Portugal continental:

- 34 concelhos a registarem 100% de água segura;
- 2 concelhos registarem um nível de desempenho inferior a 95% de água segura: Trancoso (94,16%) e Sever do Vouga (93,76%).
- zonas de abastecimento sem rede pública ao domicílio, 94,82% ^[27].

Em Portugal, a fonte mais comum para a captação de água destinada ao consumo humano é a de águas superficiais (ver Figuras 6 e 7). Em 2017, a percentagem total registada de água subterrânea utilizada foi de 27,35% (32,35% em 2016) e a de água superficial de 72,65% (67,65% em 2016). Verificou-se que mais de dois terços da água que os portugueses consomem é de origem superficial e que houve um ligeiro aumento no volume de água comprada, 66,01% (60,48% em 2016) e 33,99% de água própria (39,52% em 2016) ^[27].

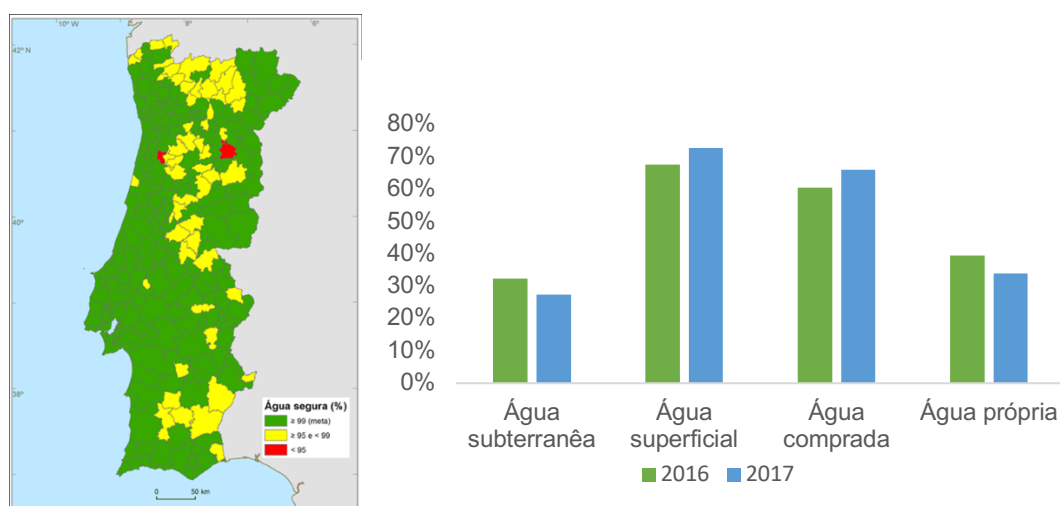


Figura 6 - Representação gráfica da Distribuição geográfica da percentagem de água segura por concelho em função da meta de 99%, em 2017 (esquerda); Representação gráfica de fontes de água, para o consumo humano (2016-2017) (direita).^[27]

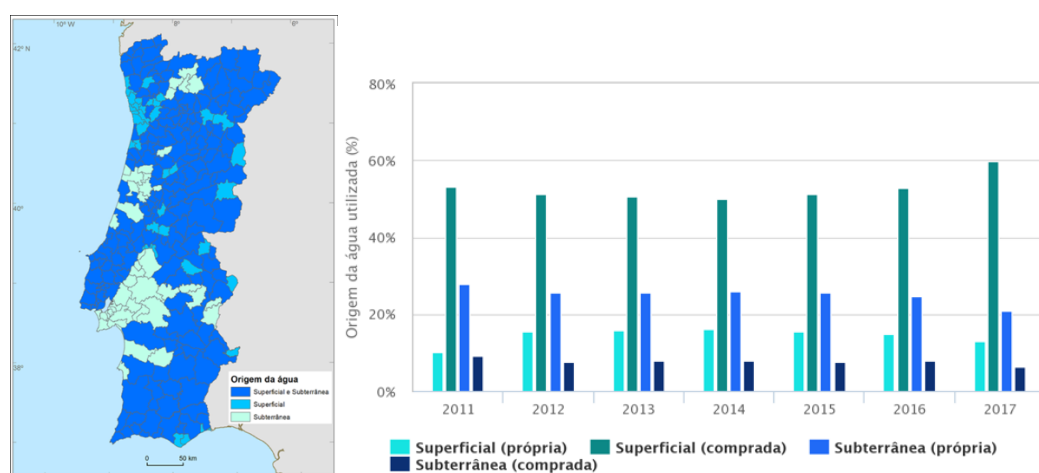


Figura 7 - Representação gráfica do tipo de origens de água utilizadas em 2017 por concelho (esquerda) e da evolução do tipo de origens de água utilizada no abastecimento público (%) (direita).^[27]

II.2.2.2 África

A necessidade de água em África deverá aumentar acentuadamente nas próximas décadas como resultado do crescimento populacional. Em 2012, mais de 300 milhões de pessoas na África, não tinham acesso a água potável, muitas das quais estão entre as mais pobres e vulneráveis do mundo. Consequentemente aumentar o acesso a fontes de água potável é uma prioridade internacional. Mesmo para aqueles com acesso a fontes de água potável há evidência que o uso doméstico de água precisará aumentar substancialmente para corresponder às exigências dos objetivos traçados face ao acesso à água. O aumento do abastecimento de água potável em toda a África poderá também depender do desenvolvimento das águas subterrâneas ^{[28] [29]}. No entanto, não se pode afirmar que as águas subterrâneas sejam a solução para os problemas de acessibilidade de água (ver Figura 8). É necessária uma caracterização cuidadosa para orientar os investimentos aos serviços de abastecimento e garantir

uma eficiente gestão do recurso, consequentemente reduzir os impactos negativos de degradação ambiental. De igual modo, é necessária informação quantitativa e espacialmente explícita sobre as águas subterrâneas em África para identificar e determinar formas que possam servir de base às estratégias de adaptação relativas à crescente procura de água associada não só ao crescimento populacional, mas também à variabilidade e mudanças climáticas. Atualmente os mapas de águas subterrâneas em todo o continente fornecem apenas informações qualitativas, ou seja, uma estimativa da extensão dos aquíferos.^{[28] [30]}

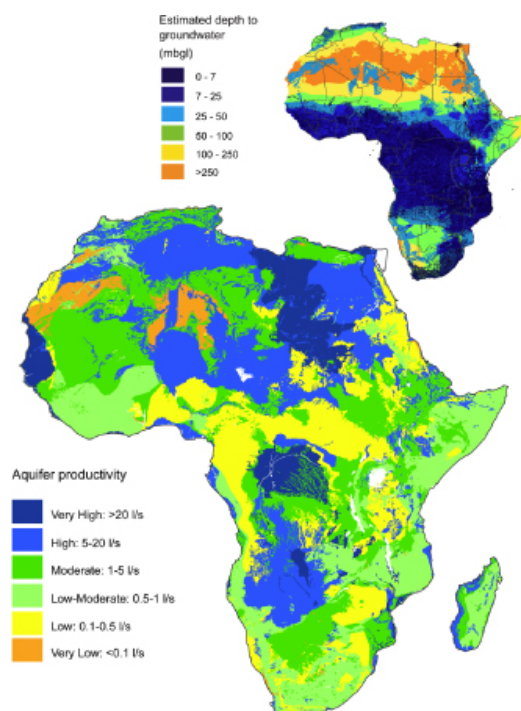


Figura 8 - Representação gráfica da produtividade dos aquíferos em África. ^[28]

A problemática de África, particularizando a África Subsariana, não é a quantidade, mas a sim o fácil acesso a água com qualidade própria para consumo. E isto parte do fato que a sociedade africana é assimétrica. Esta característica interfere diretamente na partilha dos recursos sociais e naturais existentes levando a que uma parte privilegie de alguns direitos e recursos, em detrimento de outros, que não usufruem das mesmas prerrogativas legais, sociais e naturais.

Angola

Em Angola, o Regulamento Nacional (Decreto Presidencial n.º 261/11, 6 de outubro), define a qualidade da água, como sendo “o conjunto de valores de parâmetros físicos, químicos, biológicos e microbiológicos da água que permitem avaliar a sua adequação para determinados usos diretos ou indiretos). Existe um conjunto de Diplomas legais que visam garantir o acesso, a segurança e a

disponibilidade deste recurso essencial para a subsistência da vida humana, sendo estes, a Lei de águas, Regulamento de Utilização Geral dos Recursos Hídricos e o Regulamento sobre a qualidade da água.^[31]

1. Lei das águas, Decreto-Lei nº 06/02 de 21 de junho, instituída para garantir:

- acesso à água para todo cidadão e entidades coletivas;
- o equilíbrio permanente entre a oferta (os recursos hídricos disponíveis) e a procura;
- a utilização das águas disponíveis para todos os fins;
- o abastecimento das populações de forma contínua;
- promoção de ações de investigação e utilização eficiente dos recursos hídricos;
- o saneamento adequado das águas residuais.^[31]

2. Regulamento de Utilização Geral dos Recursos Hídricos - Decreto Presidencial nº 82/14, 21 de abril, que promove a gestão de recursos hídricos, assentada nos seguintes princípios:

- direito ao acesso a água de forma equitativa na população;
- unidade do ciclo hidrológico;
- unidade e coerência de gestão de bacias hidrográficas;
- gestão dos recursos hídricos de forma integrada;
- coordenação institucional e da participação das comunidades;
- água como um bem renovável e de valor socioeconómico.^{[31] [32]}

3.Regulamento sobre a Qualidade da água - Decreto Presidencial nº 261/11, 6 de outubro, assenta em critérios que garantem a potabilidade da água para:

- Não colocar em risco a saúde pública;
- Ser agradável ao paladar e à vista dos consumidores;
- Não causar deterioração dos diferentes componentes do sistema de abastecimento.^{[31] [32]}

4. Regulamento de Abastecimento Público e de Saneamento de Águas – Decreto Presidencial nº 83/14, 22 de abril, define o regime de exercício das atividades de abastecimento publico de água e saneamento de águas residuais:

- Contribuir para a promoção da qualidade de vida da população e redução da pobreza;

- Contribuir para a promoção do desenvolvimento socioeconómico, industrial e preservação ambiental;
- Contribuir para o controlo e prevenção de doenças;
- Facilitar a limpeza e higiene pública;
- Proteger e preservar obras, edificações, instalações e outras infraestruturas.^[32]

5. Regulamento para a Prevenção e Controlo da Poluição das Águas Nacionais – Decreto Presidencial nº 14/12 de 21 de junho assenta em regimes de prevenção vigilância e controlo da poluição provenientes de navios, embarcações, plataformas e estabelecimentos industriais.^[32]

No período de 2013-2017, foi desenvolvido um instrumento de governação, o Plano Nacional de desenvolvimento de Médio Prazo. Foi o primeiro plano de médio prazo elaborado no quadro da nova Constituição do País e após a aprovação da Lei de Bases Gerais do Sistema Nacional de Planeamento. Tem seis objetivos principais:

1. Preservação da unidade e coesão nacional;
2. Garantia dos pressupostos básicos necessários ao desenvolvimento;
3. Melhoria da qualidade de vida;
4. Inserção da juventude na vida ativa;
5. Desenvolvimento do sector privado;
6. Inserção competitiva de Angola no contexto internacional.^[33]

Foram definidos seis indicadores de monitorização do progresso do PND, incluindo a percentagem de cidades com abastecimento de água e energia. Para este indicador, estabeleceu-se como meta o valor médio de 80% com o objetivo principal de promover de forma sustentável o abastecimento de água potável à população, a água para uso no setor produtivo e a qualidade do serviço de saneamento das águas residuais. Na Tabela 2 estão descritos os valores atingidos em cada indicador dentro do período estabelecido (2012, neste caso é o ano base). E a Figura 9, a taxa de cobertura da população servida a nível nacional.^[33]

Tabela 2 - Indicadores para o sector da água ^[33]

Indicadores	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Produção de água potável nas sedes provinciais (m ³ /dia)	980353	1176424	129406	148817	163699	176795
Nº de postos de águas existentes	6467	6667	6867	7117	7337	7637

Nº de chafarizes construídos	3910	4880	5900	7820	8620	9320
Nº de pequenos sistemas de água	360	485	610	742	853	981
Nº de furos de água abertos	5807	5984	6161	6383	6578	6844
Nº de fontenários construídos	3910	4880	5900	7820	8620	9320
Nº de cacimbas melhoradas	660	683	706	734	759	793

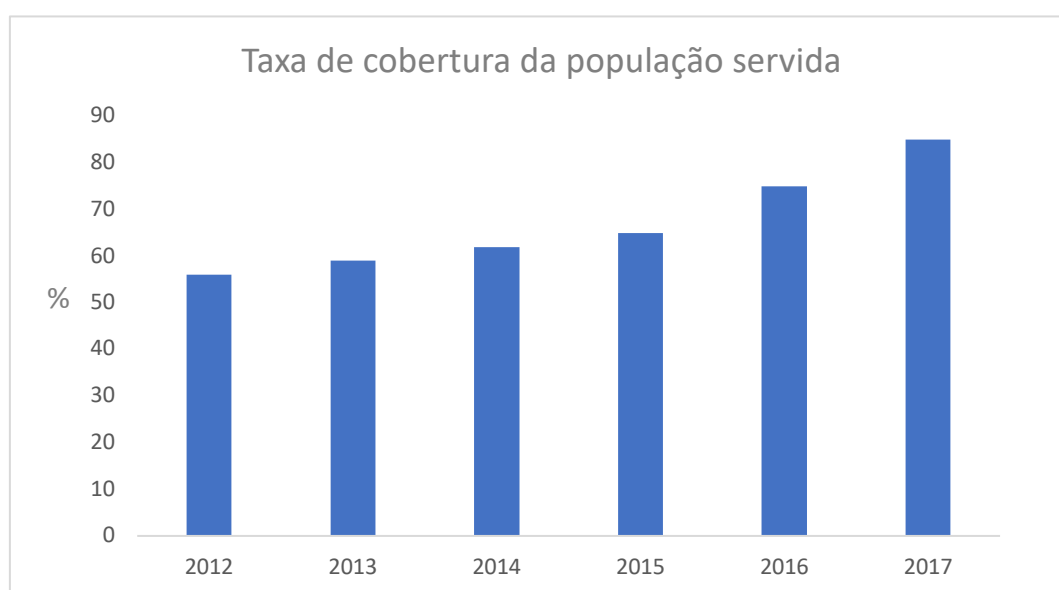


Figura 9 - Representação gráfica – Taxa de cobertura da população servida (2013-2017). ^[33]

Aos 28 de Março de 2017, publicou-se o Diploma Plano Nacional da Água (PNA). Visa integrar de forma técnica, social, económica e ambientalmente sustentada, as linhas de orientação e estratégias relativamente a gestão de recursos hídricos no período de 2017-2040. Tem como objetivo:

- Identificar e quantificar o uso da água em todos os setores;
- Caracterizar os recursos hídricos;
- Efetuar o balanço hídrico da disponibilidade e do uso da água a nível regional e nacional;
- Avaliar o impacto das alterações climáticas;
- Identificar medidas e ações infraestruturais e de natureza política, legal e institucional;
- Definir um programa físico e financeiro de curto (2017), médio (2025) e longo (2040) prazo. ^[34]

Verifica-se que o quadro legislativo do Sector de Águas em Angola, é bastante recente. E que a reestruturação em termos institucionais tem sido uma prioridade dos órgãos responsáveis nos últimos tempos. ^[35]

Segundo o Relatório Orçamento Geral de Estado de 2018, pela UNICEF, em Angola, apenas 44% dos agregados familiares tinham acesso a fontes apropriadas de água potável ^[36]. Em zonas rurais a precariedade era ainda maior sendo este problema mais evidente entre as populações pobres - apenas uma em cada cinco pessoas entre os 20% da população mais pobre de Angola, tem acesso a fontes apropriadas de água ^[31]. De acordo com o MINEA, as fontes de águas subterrâneas são utilizadas para o abastecimento de água em zonas não abrangidas pela rede pública (rurais ou suburbanas). Neste sentido, a população utiliza reservatórios escavados, denominados localmente por “cacimbas” onde a água é captada e posteriormente consumida sem tratamento prévio, constituindo um fator de perigo para a saúde.^{[31] [32]}

Bacias Hidrográficas de Angola

Angola, é constituída por uma extensa e complexa rede hidrográfica (ver Figura 10). Partilha cinco bacias hidrográficas Internacionais, nomeadamente:

- Cunene – possui uma área total de aproximadamente 113.835 km², dos quais 94.822 km² estão em território angolano;
- Cuvelai – possui uma área total de aproximadamente 159.620 km², dos quais 52.158 km² encontram-se em território angolano;
- Cubango/Okavango – possui uma área de aproximadamente total 749.328 km², dos quais 153.927 km² encontram-se em território angolano;
- Zaire/Congo e Zambeze – possui uma área de aproximadamente total 3.699.100 km², dos quais 93.300km² encontram-se no território angolano.^[32]



Figura 10 - Representação gráfica das Bacias Hidrográficas Internacionais de Angola.^[37]

Internamente existem 77 bacias hidrográficas, das quais 47 são consideradas principais com respetivas áreas de drenagem a variar entre os 254 km² e 290.000 km². As restantes 30 bacias, atualmente, não apresentam viabilidade para aproveitamento hidráulico. Em 2016, a utilização de água em Angola assumia, reduzidas percentagens porque os sistemas de irrigação de grande escala não estavam desenvolvidos. Deste modo, o potencial hídrico renovável anualmente variava na altura, entre 140 km³ e os 170 km³, repartidos em cinco bacias drenantes, a saber: Atlântico (41%), Congo (22%), Zambeze (18%), Okavango (12%) e Cuvelai (4%).

Na Tabela 3 são descritos os principais recursos hídricos superficiais de Angola, que têm origem nos topos planálticos de Angola, nomeadamente nas províncias do Huambo, Bié e Moxico ^{[31] [32] [33]}.

Tabela 3 - Principais rios de Angola ^[32]

Nome	Nascente	Foz	Comprimento (km)
Rio Congo	Vale do Rift - República Democrática do Congo	Oceano Atlântico	4 700
Rio Cuanza	Mumbué, Bié	Oceano Atlântico	965
Rio Cunene	Boas águas, Huambo	Oceano Atlântico	1 200
Rio Cubango / Okavango	Serra do Moco, Huambo	Delta do Okavango, Botswana	1 700
Rio Zambeze	Mwinilunga, Zâmbia	Oceano Índico	2750

II.3 Ciclo Urbano da Água

“O desenvolvimento da sociedade levou a um aumento das necessidades de distribuição de água para as populações e um consequente aumento da necessidade do descarte das águas resultantes da utilização. Estas necessidades são satisfeitas através dos serviços de saneamento básico. Estes serviços são essenciais para promover a qualidade de vida das populações, a saúde pública, as atividades económicas, o desenvolvimento sustentável e a proteção do ambiente. Além disso, devem servir o maior número possível de pessoas, com qualidade, de forma regular e contínua, a um preço eficiente e justo.” ^[38]

Numa visão circular da cidade, o ciclo da água constitui uma questão estruturante no planeamento territorial e na gestão urbanística atuando tanto no âmbito da infraestrutura cinzenta como da

infraestrutura verde. Suportado em grande parte na infraestrutura cinzenta, o ciclo urbano da água garante a segurança, qualidade e universalidade do abastecimento, com redução de perdas e maior eficiência no consumo, recolha, aproveitamento e valorização de águas pluviais e residuais. Operando na infraestrutura verde, assegura funções de permeabilidade dos solos, retenção de águas pluviais, depuração de ar, conforto bioclimático, redução do consumo hídrico dos espaços verdes, resiliência às alterações climáticas e a fenómenos meteorológicos extremos.

O ciclo urbano da água abrange dois sistemas, nomeadamente, sistema de abastecimento de água e sistema de drenagem de águas residuais ^[39].

II.3.1 Sistemas de abastecimento de água

II.3.1.1 Captação de água no meio hídrico e Tratamento de Água bruta

A água bruta pode ser captada à superfície (rios e albufeiras) ou no subsolo (águas subterrâneas), através de furos ou poços. Define-se o tratamento mediante o seu estado inicial. Geralmente as águas superficiais, necessitam de um tratamento mais complexo face as águas subterrâneas. Depois de captada, a água segue para a Estação de Tratamento de Água (ETA), para a correção das características físicas, químicas e bacteriológicas, tornando-a própria para consumo humano.^[40]

II.3.1.2 Principais etapas de tratamento

- Gradagem – remoção os sólidos de maior dimensão presentes na água bruta que chega à ETA (folhas de árvore, ramos, matérias em suspensão, areias e microrganismos);
- Coagulação e Floculação + Decantação – é feita a adição de um reagente (por exemplo o sulfato de alumínio), que promove a formação de partículas mais grossas, denominadas por “flocos”. Estes adquirem peso suficiente para ocorrer a decantação;
- Filtração – a água passa por um filtro (de areia ou outros materiais), no qual ficam retidas as partículas sólidas de menores dimensões;
- Desinfeção – eliminação dos microrganismos (bactérias) nocivos à saúde humana. As formas mais comuns de desinfeção são: utilização do cloro, ozono ou por radiação ultravioleta;
- Tratamento de lamas – é feito o espessamento e a desidratação dos sólidos removidos na etapa de decantação, antes da sua deposição em destino final (aterro);
- Distribuição de água – transporte através de uma rede complexa de tubagem e válvulas, que garantem que a água é distribuída em quantidade e qualidade.^[40]

II.3.2 Sistemas de drenagem de águas residuais

II.3.2.1 Recolha das águas residuais

Os sistemas de drenagem de águas residuais subdividem-se em dois grandes grupos, os Sistemas de Drenagem de Águas Residuais Domésticas/Industriais, com a finalidade de transportar as mesmas dos

pontos onde são produzidas até as ETARs e os Sistemas de Drenagem de Águas Residuais Pluviais, com a finalidade de transportar as mesmas das zonas onde ocorreu a precipitação até ao meio hídrico, em que é feita a sua descarga de forma ambientalmente segura ou a sua retenção para posterior aproveitamento ^[41].

As águas residuais, estão categorizadas conforme as suas características:

- Águas Residuais Domésticas – instalações sanitárias, cozinhas e zonas de lavagem de roupas, instalações familiares ou coletivas;
- Águas Residuais Industriais – atividades industriais, contêm compostos físicos e químicos e a toxicidade depende do tipo de indústria bem como dos processos de fabrico;
- Águas Residuais Pluviais – precipitação atmosférica, lavagem de arruamentos, pátios, entre outros, ou seja, as águas que são recolhidas pelos sumidouros.^[42]

II.3.2.2 Tratamento de águas residuais

De acordo com a sensibilidade dos meios recetores e as exigências para o seu aproveitamento, as águas residuais são sujeitas a diferentes tipos de tratamento – primário, secundário e terciário. ^[40]

- Tratamento preliminar (gradagem) – remoção dos sólidos de dimensões maiores, presentes no efluente que chega à ETAR, como por exemplo: papel higiénico, cotonetes, algodão, restos de comida, entre outros;
- Tratamento primário – separação dos sólidos de dimensões menores, os sólidos suspensos, que se encontram presentes no efluente. Estes sólidos sedimentam no interior do decantador primário, formando as lamas primárias. E posteriormente, são retiradas e encaminhadas para linha de tratamento de lamas;
- Tratamento secundário – o efluente é submetido a um tratamento biológico com bactérias que degradam a matéria orgânica presente. Por fim, formam-se as lamas biológicas no fundo do tanque. São encaminhadas para a linha de tratamento de lamas;
- Tratamento terciário – esta é fase ocorre, em caso de reutilização das águas residuais. O efluente é submetido a uma desinfecção para remoção de nutrientes;
- Tratamento de lamas – após tratamento são encaminhadas para destino final ou para valorização energética (como combustível) e agrícola (como fertilizante).^[40]

II.3.2.3 Aproveitamento ou Reutilização de Águas residuais

Após o tratamento das águas residuais, parte volta para a linha de tratamento onde são tratadas para posterior uso, nomeadamente: rega paisagística, reutilização industrial, recarga de aquíferos, para usos urbanos que não obrigam a utilização de água potável ou ainda para manutenção da própria ETAR (por exemplo: regas, lavagens de aparelhos ou equipamentos, entre outros).^[43]

II.3.2.4 Devolução da água ao meio hídrico

Após o tratamento, a parte não aproveitada é devolvida à natureza em condições ambientalmente seguras, o que permite a reposição de água nos meios hídricos sem comprometer a saúde pública e a dos ecossistemas.^[40]

II.4 Água e Saúde Pública

“Os governos são responsáveis por garantir que esse direito humano seja progressivamente cumprido. Mais de 900 milhões de pessoas obtiveram acesso a um sistema abastecimento de água melhorado durante a década de 1990. Em 2008, 1,1 mil milhão de pessoas nas áreas rurais e zonas periurbanas ainda dependiam da água potável de rios, lagos e poços abertos. A diarreia persistente e doenças graves, como febre tifóide, prejudicam o desenvolvimento saudável das crianças, como consequência todos os anos, quase 2 milhões de crianças não sobrevivem a esta luta. O progresso contínuo no sentido de fornecer a todos acesso a poços protegidos e, em última instância, abastecimento de água canalizada, reduzirá radicalmente este quadro.”^[44]

Uma das principais preocupações de saúde pública em relação à contaminação da água é a contaminação microbiológica da água potável. As infecções relacionadas com a água podem ser classificadas em quatro categorias:

- **Doenças de veiculação hídrica:** adquiridas diretamente da água potável (contaminada);
- **Lavagem com água:** doenças adquiridas indiretamente por falta de higiene;
- **Doenças de origem hídrica:** causadas por organismos aquáticos que passam parte de seu ciclo de vida na água e outra parte como parasitas de animais;
- **Doenças transmitidas pela água** (ou humidade) - vetores de insetos relacionados (inclui tripanossomíase africana (mosca tsé-tsé) e leishmaniose (mosca-da-areia) que requerem ambientes húmidos).^[44]

A contaminação microbiana geralmente resulta da contaminação da água com dejetos humanos ou animais. Se a água potável estiver contaminada com dejetos, a probabilidade dos agentes patogénicos se dispersarem é ampla e rápida. As doenças variam de gastroenterite leve a diarreia grave (podendo ser fatal), disenteria, hepatite, cólera e febre tifóide. Os efeitos adversos à saúde surgem principalmente da ingestão de bactérias patogénicas; pessoas com baixa imunidade, incluindo bebés, crianças pequenas, doentes e idosos são particularmente vulneráveis à contaminação microbiana, mesmo por agentes patogénicos normalmente leves^{[4] [45]}. De acordo o PDSL, em 2007, a OMS, definiu como indicadores do estado da saúde pública para os países em vias de desenvolvimento, as infecções transmitidas ao homem, quando em contato com água contaminada nomeadamente:

- Febre tifóide – doença grave causada pela bactéria *Salmonella typhi* com um período de incubação de quatro semanas; a sua transmissão ocorre com a ingestão de alimentos e água contaminada ou contato direto com descargas intestinais (fezes);

- Cólera – doença causada pelo micróbio *Vibrio cholerae*, uma vez no intestino do homem provoca diarreia e vômitos intensos, perda de líquidos no organismo, o que causa desidratação aguda e quando não tratada imediatamente, poderá levar à morte. A sua transmissão ocorre através de água contaminada, alimentos mal higienizados e contato direto com doentes ou portadores da doença.
- Hepatites – transmitida geralmente através de água contaminada, podendo também ocorrer pela transfusão de sangue ou por contato direto com as descargas intestinais (fezes) de doentes.
- Gastroenterite – é uma infecção estomacal e intestinal, provocada por vírus ou bactérias. Esta, é mais comum em comunidades onde não há saneamento, ou seja, tratamento de água, rede de esgoto e encaminhamento adequado dos resíduos sólidos.
- Outras – malária, leptospirose, giardíase e amebíase.^[46]

Além disso, há contaminação por algumas toxinas que resultam do processo natural da água, como por exemplo o crescimento abundante de algas, em águas superficiais ricas em nutrientes ^{[4] [47]}.

A gestão da água potável requer que padrões de qualidade sejam desenvolvidos, aplicados e fiscalizados. Os componentes de um plano adequado envolvem o seguinte:

1. Metas baseadas na saúde, que são definidas de acordo com uma avaliação crítica;
2. Avaliação do sistema para determinar se a cadeia de abastecimento de água como um todo pode fornecer água de qualidade que atenda às metas estabelecidas;
3. Monitorização operacional das medidas de controle na cadeia de abastecimento importantes para garantir a segurança da água potável;
4. Planos de gestão para avaliação periódica do sistema e dos protocolos de monitorização que descrevem as ações a serem tomadas na operação normal e após incidentes, incluindo documentos de melhoria, caso existam;
5. Sistema de vigilância independente que verifique o funcionamento adequado dos pontos supracitados ^{[48] [1] [5]}.

II.5 Desenvolvimento Sustentável

O termo desenvolvimento sustentável surgiu pela primeira vez globalmente na década de 1980 em resposta à crescente consciência da necessidade de equilibrar o desenvolvimento social e económico com a gestão ambiental. O seu uso inicial a nível global pode ser rastreado até à Estratégia de Conservação Mundial de 1980 que especificava que o desenvolvimento sustentável não pode ser alcançado sem a conservação dos recursos vivos (O Relatório Brundtland de 1987 da Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, amplamente conhecido como Nosso Futuro Comum, trouxe o termo desenvolvimento sustentável à proeminência e foi endossado na Assembleia Geral das Nações

Unidas no mesmo ano ^[49]. O desenvolvimento sustentável assenta sobre três pilares: vertente ambiental, vertente social e vertente económica (ver figura 11) ^[50].

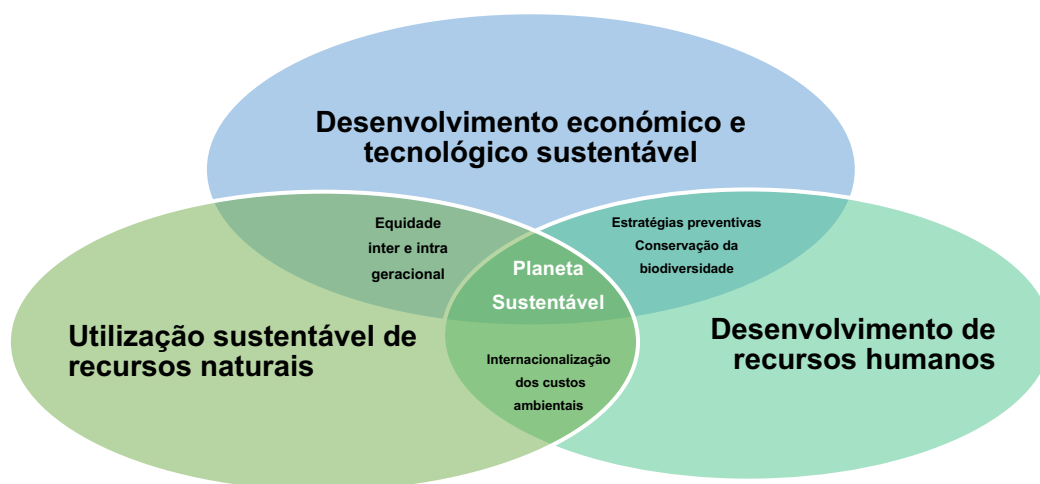


Figura 11 - Representação gráfica do Desenvolvimento sustentável. ^[50]

II.5.1 Objetivos de Desenvolvimento do Milénio (ODM)

Em 1990, a estatística global de uso de fontes melhoradas de água potável era de 76%, de instalações de saneamento era de 54% e as respetivas metas dos ODM estabelecidas para serem atingidas até 2015 eram de 88% e 77%, respetivamente. Os desafios eram enormes pois os números globais revelaram grandes disparidades na cobertura entre países nomeadamente os que lutavam contra a pobreza, a instabilidade e o rápido crescimento populacional. O Programa Conjunto de Monitorização (PCM) monitorizou as mudanças a nível nacional, regional e global, estabelecendo uma grande e diversificada base de dados e apresentando análises dos indicadores detalhados na estrutura original para os ODMs.

De acordo com o Relatório do PCM de 2015, para a água potável (ver figura 12):

- A meta global dos ODM para água potável, foi cumprida em 2010;
- 91% da população global já usa uma fonte melhorada de água potável;
- Cinco regiões em desenvolvimento cumpriram a meta de água potável, mas o Cáucaso e Ásia Central, Norte da África, Oceânia e África Subsaariana não cumpriram;
- 2,6 mil milhões de pessoas obtiveram acesso a uma fonte melhorada de água potável desde 1990;
- 96% da população urbana global usa fontes de água potável melhoradas em comparação com 84% da população rural;

- Oito em cada dez pessoas, ainda sem fontes de água potável melhoradas habitavam em áreas rurais;
- Os países em vias de desenvolvimento não cumpriram a meta, mas 42% da população de 2015 ganhou acesso a fontes melhoradas de água potável desde 1990 ^[51] ^[52].

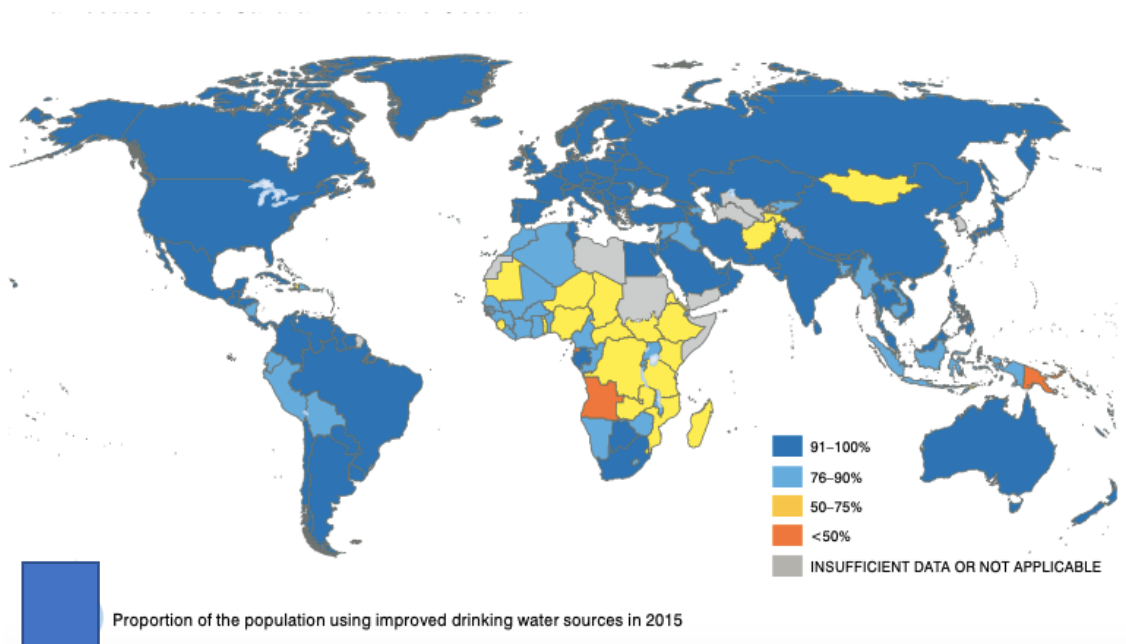


Figura 12 - Representação Gráfica – Falta de acessibilidade de água a nível mundial, 2015. ^[51]

Foi estimado, que 663 milhões de pessoas em todo o mundo ainda não usavam fontes de água potável, incluindo poços e nascentes desprotegidos e águas superficiais. Grande parte destas pessoas habitavam na África Subsaariana (ver figura 13) ^[30].

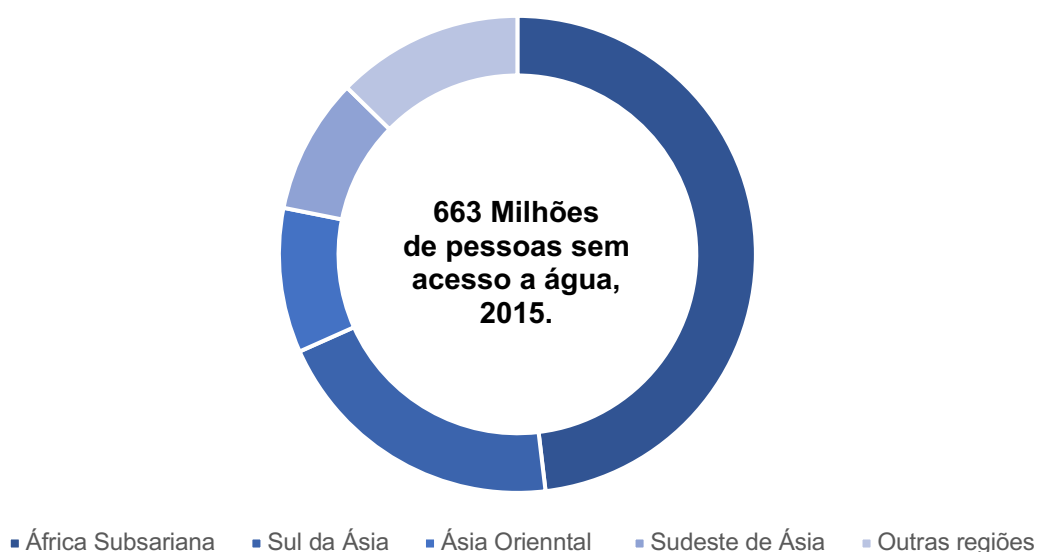


Figura 13 - Representação gráfica – Água potável a nível mundial, 2015. ^[51]

Quanto ao saneamento, os resultados do Relatório do PCM de 2015 foram (ver figura 14):

- 68% da população global agora usa instalações de saneamento melhoradas;
- As únicas regiões em desenvolvimento que cumpriram a meta de saneamento foram o Cáucaso e Ásia Central, Ásia Oriental, Norte da África e Ásia Ocidental;
- 2,1 mil milhões de pessoas obtiveram acesso a instalações de saneamento melhoradas desde 1990;
- 82% da população urbana global e 51% da população rural usam instalações de saneamento melhoradas;
- Sete em cada dez pessoas sem instalações sanitárias melhoradas e nove em cada dez pessoas que ainda praticam a defecação a céu aberto vivem em áreas rurais;
- Os países menos desenvolvidos não cumpriram a meta de saneamento e apenas 27% da sua população atual teve acesso a saneamento melhorado desde 1990.^{[51] [52]}

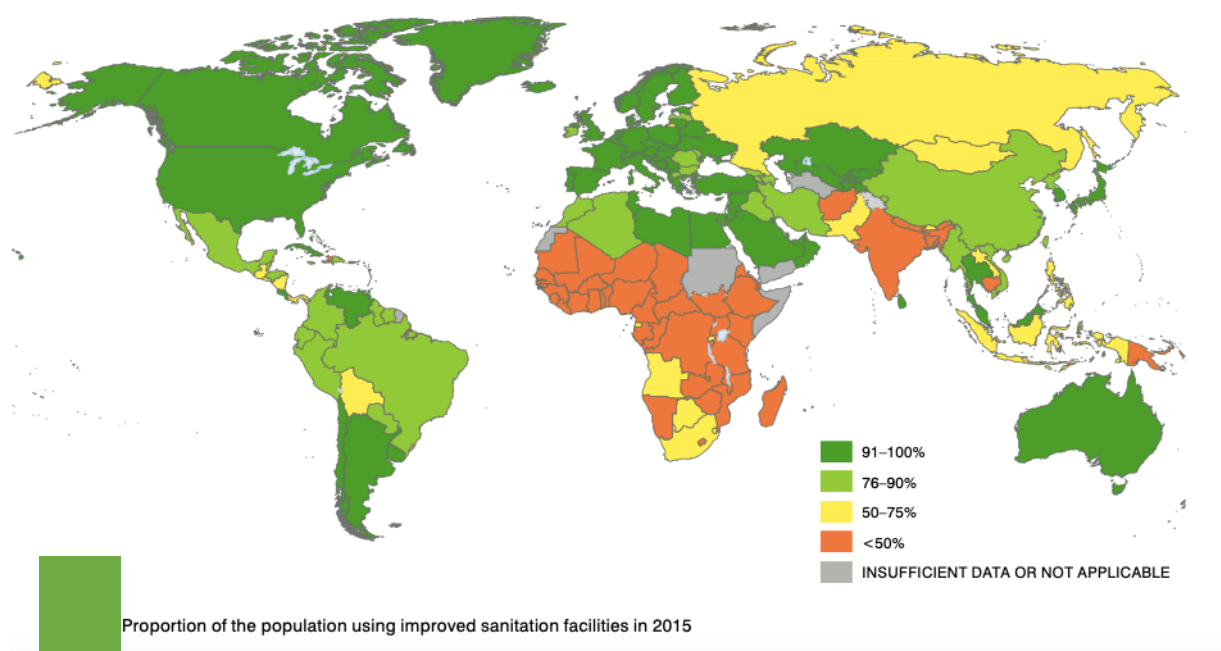


Figura 14 - Representação Gráfica – Falta de saneamento a nível mundial, 2015. ^[51]

Na altura foi estimado que que 2,4 mil milhões de pessoas a nível global ainda não tinham acesso a instalações de saneamento adequadas. E de acordo com estes dados, estimou-se que aproximadamente 700 milhões de pessoas teriam acesso aos serviços de saneamento se a respetiva meta dos ODMs tivesse sido atingida (ver figura 15) ^{[51] [52]}



Figura 15 - Representação Gráfica – Saneamento a nível mundial, 2015 ^[51]

De um modo geral, a análise destes últimos 15 anos revelou um progresso significativo na ambição e visão dos ODM, o que contribuiu para a identificação de prioridades futuras a serem abordadas nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

II.5.2 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)



Figura 16 – Agenda 2030 do Desenvolvimento Sustentável ^[53]

Devido à crescente urgência do desenvolvimento sustentável para todo o mundo, os ODS foram aceites rapidamente. Estes objetivos são aplicados de acordo com as condições de cada Estado membro. Todos convergem nos objetivos económicos, ambientais e sociais, sobre o qual se poderá construir um

mundo melhor. A Cimeira decorreu na sede da ONU, em Nova Iorque, 25 a 27 de setembro de 2015. Em que os 193 Estados membros das Nações Unidas adotaram formalmente os ODS como elementos-chave da agenda de desenvolvimento pós-2015. Esta resolução da ONU denominada “Transformar o nosso mundo: Agenda 2030 de Desenvolvimento Sustentável”, entrou em vigor a 1 de janeiro de 2016 e é constituída por 17 objetivos (ver Figura 16), 169 metas ^{[54][55]}. Segundo a ONU, a meta até 2030 é garantir a disponibilidade e a gestão sustentável da água potável e do saneamento para todos (ODS 6). E para isto, definiram-se um conjunto de objetivos a serem cumpridos, neste período, nomeadamente:

1. Alcançar a acessibilidade de água potável e segura para todos e de forma equitativa;
2. Alcançar a acessibilidade de saneamento e higiene de forma adequada e equitativa para todos, eliminar a defecação em céu aberto e atender com especial atenção às necessidades daqueles que estão em situação de vulnerabilidade;
3. Reduzir a poluição por libertação de produtos químicos e materiais perigosos, eliminar os detritos, reduzir para metade a proporção de águas residuais não tratadas, aumentar significativamente a reciclagem e a reutilização a nível global e, conseqüentemente, melhorar a qualidade da água;
4. Aumentar a eficiência no uso da água em todos os setores, assegurar captações sustentáveis e o abastecimento de água doce para reduzir substancialmente o número de pessoas afetadas pela escassez de água;
5. Implementar a gestão integrada dos recursos hídricos;
6. Restaurar e proteger ecossistemas relacionados com a água, incluindo montanhas, florestas, zonas húmidas, rios, aquíferos e lagos;
7. Ampliar a cooperação internacional e o apoio à capacitação aos países em desenvolvimento em atividades e programas relacionados com a água e o saneamento, incluindo extração de água, dessalinização, eficiência no uso da água, tratamento de efluentes, reciclagem e tecnologias de reutilização;
8. Apoiar e fortalecer a participação das comunidades locais para melhorar a gestão da água e do saneamento ^[56].

Além do ODS6 que foca-se na disponibilidade e gestão sustentável da água e do saneamento, as Nações Unidas proclamaram uma década de ação pela água, denominada Década Internacional para a Ação: “Água para o Desenvolvimento Sustentável (2018-2028). Para promover novas parcerias, melhorar a cooperação e acelerar o cumprimento das metas estabelecidas pela Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável”. ^[53]

II.5.3 ODS 6.1

Em 2020, quase três quartos (74%) da população mundial teve acesso a uma fonte de água administrada com segurança e uma em cada quatro pessoas (6%) não teve acesso. Em 2015 (no início dos ODS), apenas 70% da população global tinha água potável, o que significa que houve um aumento de 4% em cinco anos. Na Figura 17, observa-se que em países com rendimentos mais baixos, menos de 1/3 da população tem água potável e a maioria encontra-se na África Subsaariana.^[57]

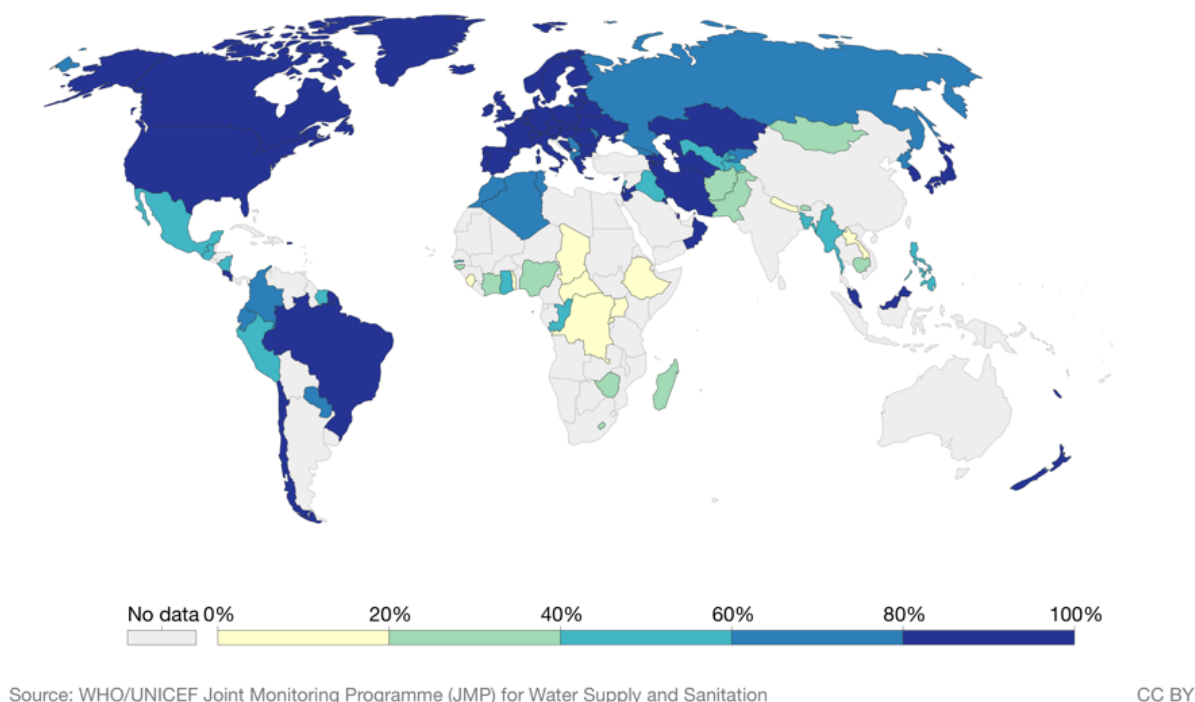
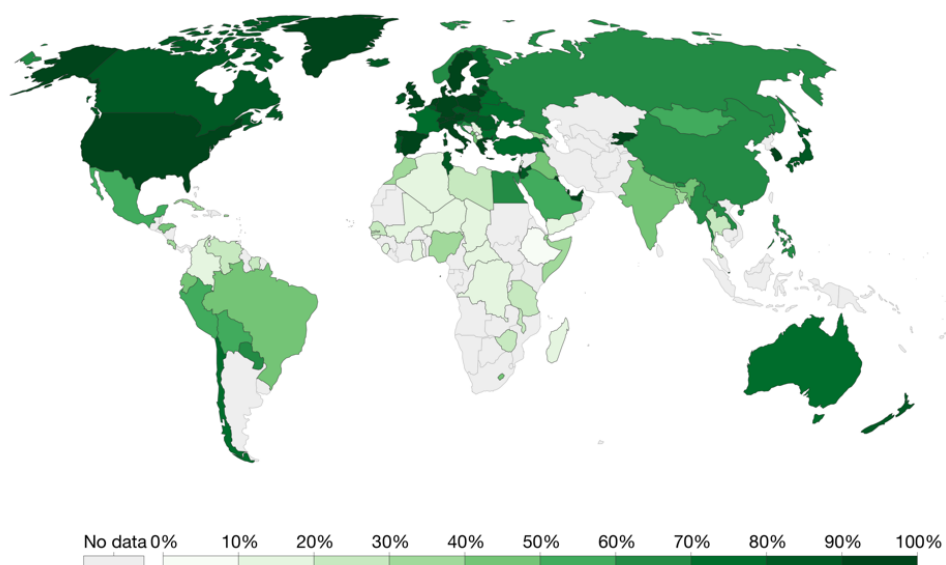


Figura 17 - Representação gráfica da População sem acessibilidade a água potável, 2020.^[57]

II.5.4 ODS 6.2

Em 2020, pouco mais da metade (54%) da população mundial teve acesso a saneamento administrado com segurança e cerca de 6% não possui saneamento básico e pratica a depuração a céu aberto. Em 2015, apenas 47% da população global tinha saneamento seguro, o que significa que houve um aumento de 7% em cinco anos. Para o saneamento o progresso tem sido mais acelerado relativamente à água potável. Na Figura 18, vemos que em países com rendimentos mais baixos, menos de 1/5 da população tem saneamento seguro, e a maioria encontra-se na África Subsaariana ^[57].



Source: WHO/UNICEF Joint Monitoring Programme for Water Supply, Sanitation and Hygiene (JMP) OurWorldInData.org/sanitation • CC BY

Figura 18 - Representação gráfica – População sem saneamento seguro, 2020. ^[57]

Para que as metas estabelecidas pela Agenda 2030 sejam atingidas as taxas de progresso precisariam mais do que triplicar (especificamente, aumentar 3,3 vezes) nesta década, quer para água potável, quer para o saneamento seguro.^[57]

III. Caraterização do Objeto de Estudo

III.1 Geografia e Clima

Luanda, capital da República de Angola, está limitada pela província de Bengo e a Oeste, pelo Oceano Atlântico ^[58]. É a maior cidade do país desde 1627, tem uma área de 2.417,78 km² e representa 0,19% da superfície nacional. Localiza-se numa região semiárida do litoral, onde o clima é tropical quente, com cinco a seis meses de época chuvosa, com precipitação anual de 323 mm, porém apresenta um coeficiente de variabilidade de 40%, um dos mais altos do mundo. ^[59]

III.2 Densidade populacional

No período de 1974/75 Luanda tinha aproximadamente 500 000 habitantes. No período pós-independência, as zonas residenciais de Luanda, conhecida na altura como “cidade do asfalto”, foram abandonadas (uma vez que a população branca regressou a Portugal) e verificou-se uma forte migração de populações oriundas das regiões fortemente atingidas pela guerra, que procuravam alternativas e melhores condições de vida. As zonas destinadas para o desenvolvimento urbano foram também ocupadas de forma anárquica. Durante este processo, os serviços e as zonas urbanas sofreram grande deterioração, isto porque as infraestruturas estavam subdimensionadas para responder as necessidades face ao rápido crescimento a nível espacial e demográfico ^[60]. As fortes chuvadas de 1962/63, causaram grandes estragos e para remediar foram executadas obras com extrema urgência na rede de coletores de esgoto ^[61]. Para evitar que desastres semelhantes acontecessem novamente, os responsáveis governamentais da época recomendaram a elaboração de estudos para determinar o estado atual das infraestruturas para posteriormente atuar sobre os problemas identificados. Nomeadamente:

- Plano Diretor da Cidade (PDC);
- Plano Geral de Saneamento (PGS);
- Plano de Consolidação das Barrocas (PCB);
- Plano de Renovação e Beneficiação dos Pavimentos e Arruamentos (PRBPA) ^[62].

Após 27 anos de Guerra Civil, em 2002, Angola alcançou uma situação de paz e estabilidade política e social ^[63]. A cidade de Luanda, foi dividida administrativamente em nove distritos urbanos, nomeadamente: Ingombota, Maianga, Rangel, Sambizanga, Kilamba Kiaxi, Samba, Cacuaco e Viana ^[60]. Em 2011, a divisão administrativa de Luanda, foi aletrada de acordo com o atual Decreto de Lei 18/16 de 17 de Outubro (Lei da Divisão Politico-Administrativa), por inúmeras razões, nomeadamente:

- O aumento exponencial do número de habitantes na província;
- Os problemas técnicos que a sua administração suscita;
- O valor do património público;

- Carência nas infraestruturas.

Atualmente a divisão Administrativa é constituído por 7 Distritos Urbanos (ver figura 19).

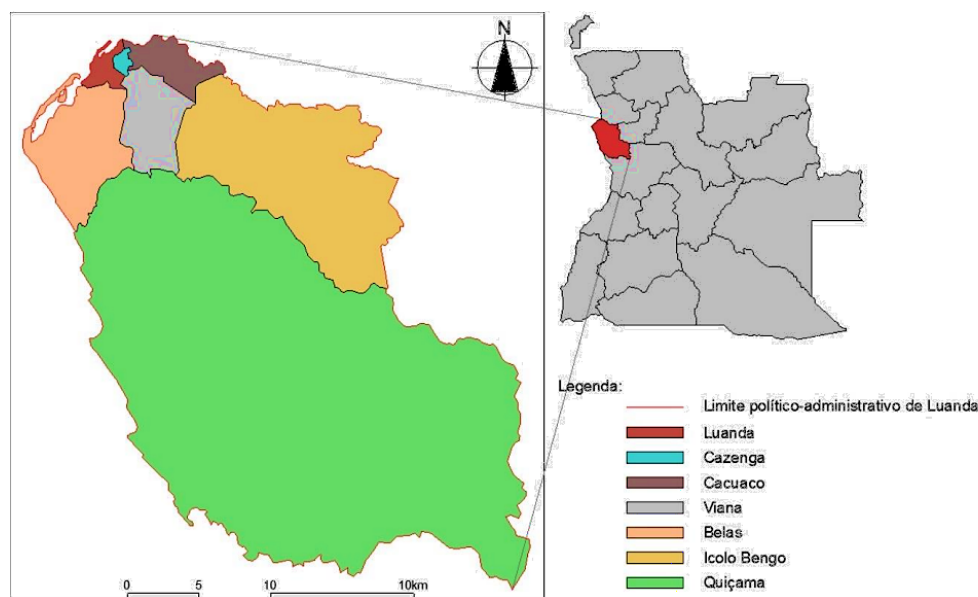


Figura 19 - Representação do mapa de Luanda e a sua atual Divisão Administrativa. ^[60]

Desde então o Governo tem investido em projetos de desenvolvimento urbano para o centro e periferia da cidade da capital (Luanda), que apresenta maior crescimento económico ^[62].

“Durante estes anos de guerra civil deslocaram-se de todo o país para as cidades, principalmente Luanda, muitas pessoas em busca de mais segurança. Desta forma, com este processo de êxodo rural acelerado para a capital, Luanda teve um aumento demográfico enorme num período de tempo relativamente curto. Este é um dos principais fatores que explica a grave situação urbana em Luanda.” ^[63]

De acordo com os mesmos dados, representados abaixo, a nível nacional, a capital apresenta maior densidade populacional, o que constitui uma sobrecarga sobre as diversas infraestruturas, sectores de desenvolvimento socioeconómico e sobre os serviços de saneamento básico, abastecimento de água e energia insuficientes e inadequados, rede de esgotos arcaicos e deficiente gestão de resíduos sólidos urbanos. Em 2015 os documentos de Planeamento Urbano, nomeadamente o Plano Diretor de Abastecimento de Água Potável (PDAAP) elaborado pela Empresa Pública de Águas em 2005 (com o auxílio do Ministério de Energias e Águas (MINEA)) e o Documento de Repartição Territorial das Intervenções (DRTI) elaborado pelo Gabinete de Reconstrução Nacional (GNR) em 2007, serviram de base, para a elaboração do Plano do Diretor de Saneamento em Luanda (PDSL) ^[46]. O horizonte definido para PDSL é do ano 2025. A população estimada no ano 2015, era cerca de 6, 5 milhões de habitantes

e estimavam-se cerca de 13 milhões de habitantes, no ano horizonte de 2025 ^[46]. Atualmente são aproximadamente 8 milhões de habitantes (ver figura 20).

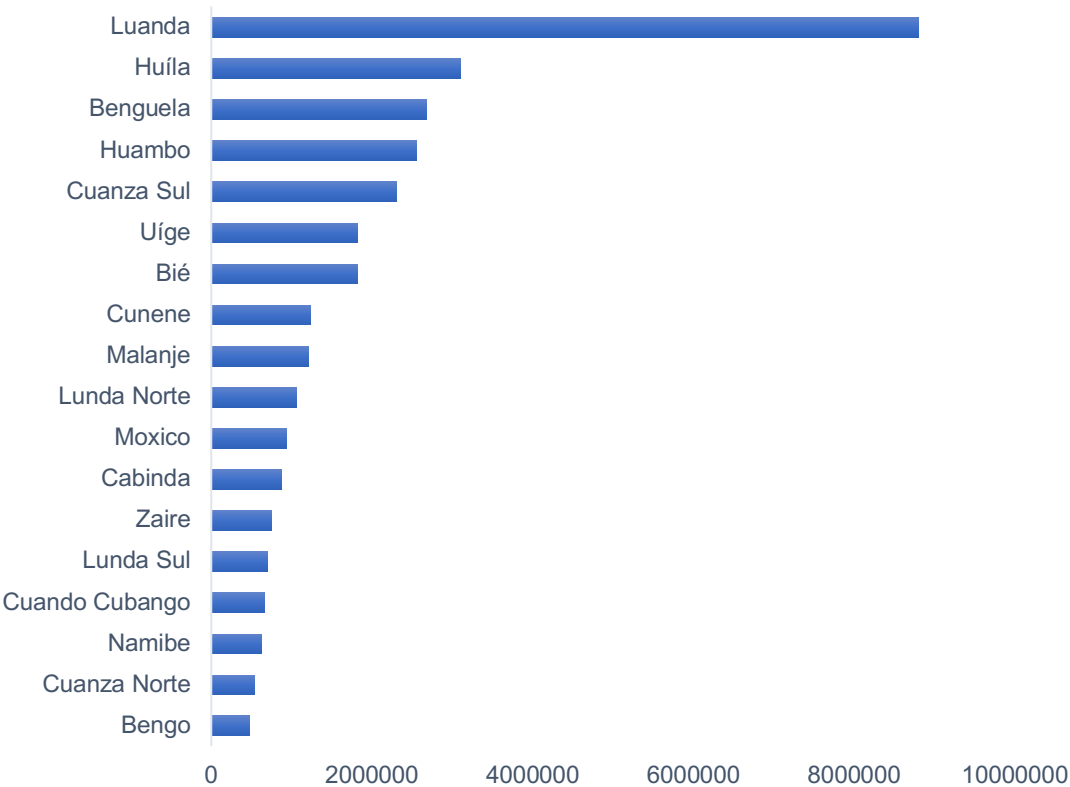


Figura 20 - Densidade Populacional de Angola 2021. ^[64]

III.3 Principais Problemas Ambientais da Orla Costeira de Luanda

As consequências da ausência ou limitações nos sistemas de drenagem sempre foram visíveis na área de estudo influenciando o meio recetor - o mar. O “Plano Diretor de Melhoria Ambiental da Costa Angolana” inventariou os principais problemas ambientais da Orla Costeira (ver Tabela 4).^[46]

Tabela 4 - Principais Problemas Ambientais da Orla Costeira de Luanda. ^[46]

Na cidade consolidada	Na envolvente da cidade consolidada	Na vanguarda marítima da cidade	Na península do Mussulo e entre o Morro da Cruz e a Foz do Kwanza	Entre o Morro do Cacuaco e a Foz do Dande
Poluição das águas marinhas	Poluição das águas doces superficiais e subterrâneas	Erosão	Erosão	Poluição das águas superficiais

Poluição atmosférica	Contaminação do solo	Contaminação de solos	Destruição de ecossistema com interesse conservacionista	Contaminação do solo
Contaminação do solo	Erosão	Contaminação de sedimentos		Poluição das águas marinhas
Contaminação de sedimentos na baía de Luanda	-----	Poluição das águas marinhas Poluição Atmosférica	-----	-----
-----	-----	Destruição de ecossistemas com interesse conservacionista	-----	-----

III.4 Sistema de Abastecimento de Água em Luanda

No período colonial foram construídos três sistemas de distribuição de água: S1 (denominado por sistema zero) S2 e S3. Face a crescente demanda da população, em 1987 construiu-se um quarto sistema, Sistema do Kikuxi (S4), que capta água do rio Cuanza ^[65]. A gestão destes sistemas está ao encargo da Empresa Pública de Águas, EPAL - EP. Esta, foi criada como resultado do Decreto nº 72-A/01 de 05 de Outubro, que tem como objetivo principal a realização de estudos, projetos, operação e manutenção de sistemas de captação, tratamento convencional, adução e distribuição de águas, em regime de serviço público, destinado ao consumo humano, na cidade de Luanda, para utilização doméstica, da indústria, do comércio e diversos serviços, sob regime de concessão. ^[66]

III.4.1 Sistema de produção

Os sistemas 1, 2 e 3, possuíam uma capacidade total nominal de abastecimento de água à Grande Luanda que atingia cerca de 215 000 m³/dia. Mas, por exemplo, nos anos 1989 a 1991 não foi possível fornecer mais do que cerca de 50.000 m³/dia para uma população de cerca de 1.544.000 habitantes. As principais razões desta baixa eficiência, na altura, era o estado de degradação das componentes essenciais e as substanciais perdas de água em fissuras. De acordo com estudo publicado pelo Banco Mundial em 2005 referente a água potável, estimava-se uma capacidade de tratamento nominal de 93 milhões de metros cúbicos por ano, ou seja, 255.00m³/dia, o que teoricamente permitiria, sem perdas, um consumo médio de 72 litros *per capita* por dia (incluindo utilizações não domésticas). Porém, na

prática, apenas se conseguiram produzir cerca de 60 milhões de metros cúbicos (165.500 m³/dia) devido a problemas técnicos, falhas de material e cortes de energia prolongados e perdas substanciais nos sistemas de transporte e distribuição (2005).^[46]

Tabela 5 - Capacidade Instalada de cada Sistema.^[66]

Sistemas	Capacidade Instalada (m³/dia)	Produção real (m³/dia)	Rendimento (%)
Sistema 1 (ETA Candelambro)	60.000	36.169	60,28
Sistema 2 (ETA do Kifangondo)	138.000	103.411	74,94
Sistema 3 (ETA do Sudeste)	216.000	121.386	56,20
Sistema 4 (ETA de Kikuxi)	17.200	112.065	70,15
Sistema 5 (ETA Luanda-Sul)	57.600	26.108	45,33
Total	488.800	299.138	61,20

Atualmente (ver Figura 21 e Tabela 5), a produção de água é garantida por cinco estações de tratamento (ETA), que têm capacidade de aduzir água nos volumes de 216.000 m³ (ETA do Sudeste), de 138.000 m³ (ETA do Bengo ou Kifangondo), de 60.000 m³ (ETA Candelambro), de 17.200 m³ (ETA Kikuxi) e de 57.600 m³ (ETA Luanda-Sul). Para servir a demanda crescente da cidade de Luanda, estão em construção as ETAs do Mulenvos, Rio Seco, Bita-Viana e Kilonqa Grande.^[46]

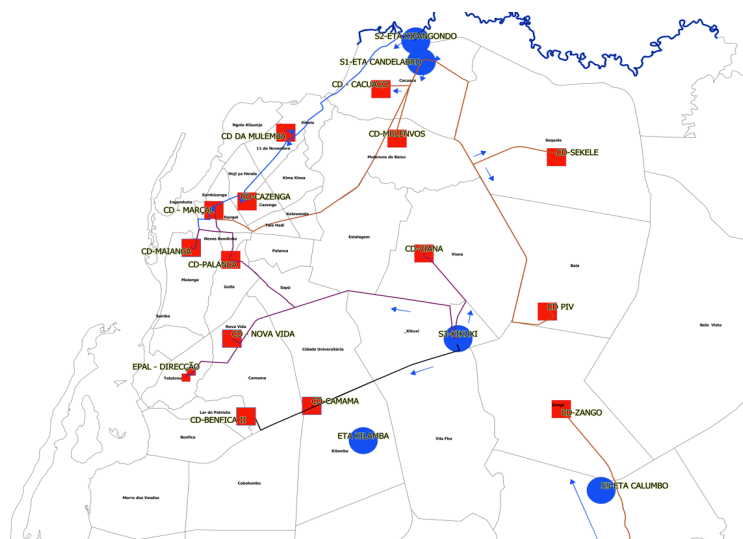


Figura 21 - Representação gráfica do atual sistema de distribuição de água.^[67]

- **Sistema 1 (ETA Candelambro)**

A água é captada no rio Bengo, a aproximadamente 9 km da foz. A sua capacidade foi projetada para 0.7 m³/s. O sistema de adução contempla a alimentação dos reservatórios do Candelabro e o centro de distribuição da cidade, o centro de distribuição do Marçal (onde anteriormente era efetuado o tratamento da água bruta). A ligação entre a captação e o Centro de distribuição (CD) do Marçal, tem cerca de 24 km de condutas, com tubagem de betão com diâmetro de 900 mm. O estado operacional deste sistema apresenta fragilidades nomeadamente ao nível de: assoreamento no local da captação; reservatório do Candelabro com múltiplas fugas provenientes de fissuras; picagens ilegais na conduta; funcionamento hidráulico condicionado a estes fatores verificando-se que a conduta funciona parcialmente em superfície livre. ^[46]

- **Sistema 2 (origem na ETA do Kifangondo)**

A água é captada no rio Bengo, a aproximadamente 8 km da foz. A sua capacidade foi projetada para 1,6 m³/s, mas atualmente esta limitada, com cerca de 1,5 m³/s. A linha de adução de água tratada contempla a alimentação dos reservatórios dos CD de Cacuaco, Mulemba, Cazenga, Marçal e Maianga (estes dois últimos não são atualmente abastecidos a partir desta origem, porque a conduta de diâmetro 1000 mm entre Cazenga e o Marçal se encontra desativada). No percurso este sistema abastece ainda redes de fontanários e algumas indústrias importantes, tais como Vidrul, Cimangola, Econoco e Textang. A extensão da conduta de betão, com 1200 mm de diâmetro, entre a ETA e o CD de Cazenga totaliza cerca de 20 km, dos quais apenas os 8 km finais são enterrados. O sistema está desativado a partir do CD de Cazenga, porque apresenta algumas deficiências no funcionamento da ETA e o trecho aéreo da conduta encontra-se degradado. ^[46]

- **Sistema 3 (origem na ETA do Sudeste)**

Este é o sistema com maior capacidade instalada. Aduz água às áreas do centro urbano da cidade de Luanda, bem como a outras aéreas periféricas em forte desenvolvimento. Este sistema é recente, com a sua conceção sido iniciada em 1998. A origem deste sistema é o rio Cuanza, sendo a captação materializada em dois canais (superior com 4.6 km e inferior com 5.7 km) com sistema de bombagem de água bruta entre ambos. O canal superior tem como função alimentar não só o a ETA de Luanda Sudeste (Sistema 3), mas também as ETA de Kikuxi, Luanda Sul, assim como irrigações de percurso. A linha de adução de água tratada contempla a alimentação dos reservatórios dos CD de Palanca, Maianga, Marçal, Benfica e Viana. O conjunto das condutas de adução perfazem um total de cerca de 80 km, com diâmetros entre 300 e 1200 mm. ^[46]

- **Sistema 4 (origem na ETA de Kikuxi)**

Esta ETA encontra-se contígua às ETAs de Luanda Sudeste e Luanda Sul, o mesmo sistema de captação e transporte de água bruta é partilhado. A sua capacidade máxima é de 0.3 m³/s, e a capacidade nominal é de 0.2 m³/s. ^[46]

- **Sistema 5 (origem na ETA de Luanda Sul)**

Esta ETA encontra-se contígua às ETAs de Luanda Sudeste e de Kikuxi, o mesmo sistema de captação e transporte de água bruta é partilhado. Está previsto o aumento da sua capacidade até à 0.47 m³/s, aos quais acrescem o reforço de 0.11 m³/s, provenientes da ETA de Luanda Sudeste. ^[46]

III.4.1.1 Sistema de Distribuição de água

A distribuição de água na cidade de Luanda, é maioritariamente feita pelos camiões-cisternas (abastecimento não convencional). Segue-se, o abastecimento convencional, nomeadamente, rede pública e os chafarizes (ver Figura 22), que estão a encargo da entidade responsável.

- **Rede pública**

O sistema de distribuição da rede pública é responsável pela gestão e exploração de mais de 132 km de condutas adutoras e 9.628,32 km de rede de distribuição composta por tubos de betão pré-esforçado, ferro fundido, galvanizado, polietileno de alta densidade e PVC (*polyvinyl chloride*), com diâmetros que variam entre 75 e 1.200 mm. Porém, em 2019 servia apenas 29% de água à população de Luanda (ver Figura 22). Define-se neste domínio como meta, a melhoria da regularidade e da qualidade nos serviços de abastecimento de água potável, através de investimentos e a expansão da rede de distribuição de água. Na altura (2015), um dos grandes desafios da Direção de Distribuição e Rede, era a substituição ou reabilitação dos troços degradados e dos dispositivos hidráulicos (válvulas e ventosas). Pretendia-se instalar dispositivos de macro contagem do volume de água aduzida aos Centros de Distribuição (medidores de Caudal) e montar válvulas de pressão nas condutas primárias e secundárias.

Como consequência do sistema degradado, geralmente é feito o garimpo de água, que tem afetado consideravelmente a qualidade da água. Esta ação ilegal de exploração de água ocorre em vários pontos da cidade de Luanda e gera enormes custos. Estão em curso vários projetos que visam manter a qualidade e quantidade de água a ser distribuída, porém a comercialização ilegal de água pelos “garimpeiros” coloca em risco estas ações. A distribuição de água é feita através de oito Centros de Distribuição de Água (CDA) em Viana, Benfica, Palanca, Marçal, Maianga, Cazenga, Mulemba, Cacucaco. ^{[46] [66] [68]}

- **Sistema de Chafarizes**

Nos últimos anos, o Governo tem investido na construção de chafarizes com o propósito de fornecer água às zonas periurbanas que são as mais carenciadas. De acordo com a Direção Nacional das Águas (DNA), em 2001 existiam 290 chafarizes em Luanda dos quais 142 estavam a funcionar regularmente e 148 apenas de forma intermitente devido à pressão inadequada e à falta de água. Em 2015 segundo o PDSL em Luanda existiam 743 chafarizes dos quais 557 estavam operacionais e 186 avariados. Vandalismo e desvios ilegais realizados pelos habitantes das respetivas zonas residenciais contribuem para os chafarizes construídos não funcionem. ^[46]

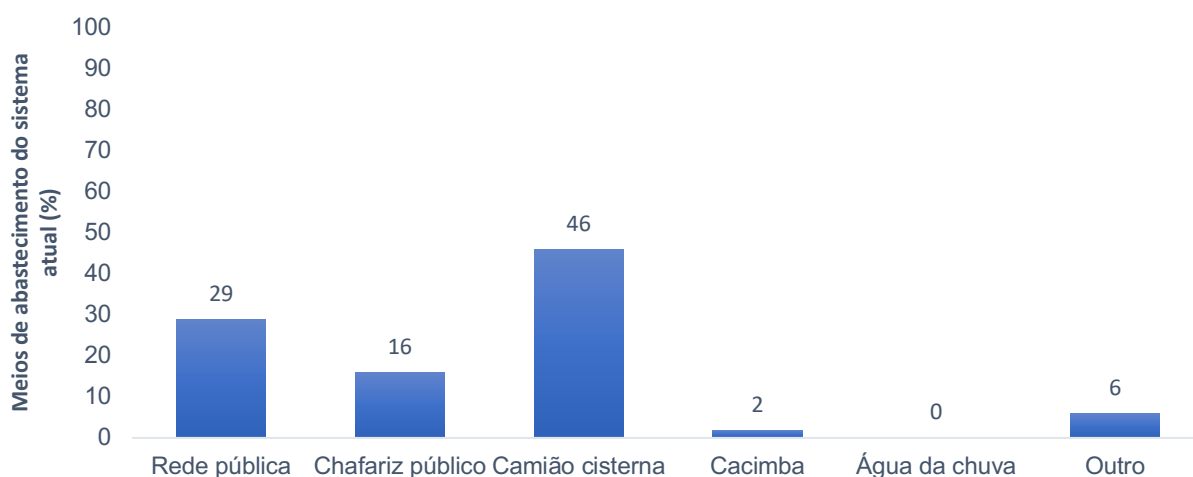


Figura 22 - Representação gráfica da percentagem dos meios de abastecimento que constitui o sistema atual de Luanda. ^[67]

IV. Resultados e Discussão

Verifica-se que nos últimos anos, muitos investimentos foram feitos no sector da água em Angola, com vista a melhorar os serviços de abastecimento de água e garantir que a população tenha acesso de forma equitativa. Apesar dos esforços envidados até ao momento, o sistema ainda se encontra com algumas limitações pois grande parte da população ainda recorre a formas de abastecimento não convencional (ver Figura 23).



Figura 23 - Casos de abastecimento de água irregular em Luanda ^[69]

Deste modo, uma potencial alternativa relativamente ao quadro atual poderá passar pela implementação de um sistema fluvial urbano (rio urbano) na cidade de Luanda.

Os sistemas fluviais geralmente fornecem água potável, alimentos, ligações de transporte, facilidade de defesa e eliminação de resíduos ^[70]. Dada a necessidade de gestão adequada da água nas cidades, para aumentar a sustentabilidade do seu fornecimento, reconhecem-se cada vez mais os rios urbanos como sistemas que fornecem uma ampla gama de serviços e desempenham papéis ecológicos e sociais importantes. Porém, estes estão entre os sistemas fluviais mais fundamentalmente alterados, uma vez que normalmente operam fora de sua faixa histórica de variabilidade. Não obstante, retêm alguns aspetos fundamentais dos ecossistemas ribeirinhos, nomeadamente fluxos longitudinais, flora e fauna (relativamente especializada) e transporte fluvial de sedimentos ^{[71][72]}. Embora a evolução natural de um rio possa criar condições hidrológicas e geomorfológicas algo semelhantes às encontradas em contexto urbano, as características dos rios urbanos passam também por: existência de espécies não nativas, aplicação de engenharia pesada e contaminação por detritos urbanos e industriais. ^{[48] [72] [73] [74] [75]}

Para que a construção de sistemas fluviais urbanos seja executada com êxito, alguns parâmetros nomeadamente, morfológicos, hidráulicos e geométricos devem ser analisados.

IV.1 Pré-requisitos para o planeamento de sistemas fluviais urbanos

Para que esta complexa tarefa de projetar sistemas fluviais urbanos seja realizada com êxito são necessários três pré-requisitos fundamentais: primeiramente a multifuncionalidade, ou seja, responder às múltiplas demandas dos sistemas fluviais urbanos; em seguida a interdisciplinaridade, em que há colaboração construtiva entre os profissionais responsáveis pelo projeto de construção e por último a

orientação do processo; neste caso, a observação dos princípios e o conhecimento aprofundado dos vários processos da água. [76]

IV.1.1 Multifuncionalidade e Interdisciplinaridade

Os sistemas fluviais urbanos, apresentam o carácter híbrido (são artificiais e naturais) de infraestruturas hidráulicas espacialmente confinadas e controladas. São ecossistemas lineares porque ligam cidades e regiões em toda a sua extensão. A água das regiões a montante flui através das regiões a jusante e, assim, se cria um sentido de comunidade e uma relação de dependência entre os habitantes, uma vez que mudanças nas partes superiores de um rio têm consequências para o curso inferior. Para a construção de sistemas fluviais em cidades e vilas, primeiramente deve-se determinar como as múltiplas demandas funcionais podem ser combinadas e também como podem ser conciliadas com a dinâmica natural da própria água. Isto porque no passado a mudança da dinâmica dos cursos de água e a qualidade da mesma, eram fatores condicionantes. Deste modo, para responder a estes fatores, espera-se que um projeto de construção de um rio urbano deva cruzar diversas áreas do conhecimento. E à luz disto, faz sentido observar e refletir sobre a condicionalidade mútua das decisões hidráulicas, ecológicas, de planeamento urbano e de arquitetura paisagística e constituir uma linguagem comum. Estes projetos necessitam de uma base sistemática oferecendo uma base para a criação de coalizões de planeamento e estruturas inovadoras. A composição e colaboração dentro das equipas de planeamento tem uma influência crucial na qualidade final do projeto. [76]

IV.1.2 Orientação do processo

Os sistemas fluviais urbanos não podem ser concebidos sem ter em conta os vários processos de flutuação da água e da potência da água. Os sistemas fluviais urbanos permitem sobrepor processos naturais, sistemas de engenharia civil e paisagens projetadas, num sistema dinâmico e flexível que deverá permitir respostas a modificações, como por exemplo alterações climáticas. Cada projeto apresenta seus próprios desafios, cada corpo de água reage de maneira diferente e cada corpo de água tem um espaço disponível diferente. Além disso, o desenvolvimento de um projeto não pode ser totalmente previsto. O projeto orientado para o processo significa projetar e planear em termos de opções, medidas de acompanhamento e respostas a desenvolvimentos espontâneos. A orientação do processo é um princípio importante para mais do que sistemas fluviais aplicando-se a todos os tipos de paisagem dado ser moldado por uma multiplicidade de processos culturais e naturais, como crescimento de assentamentos, acesso a transportes, mudança das estações, crescimento da vegetação, processos geológicos e mudanças climáticas. [76]

IV.2 Alternativa para o Sistema de abastecimento de Água em Luanda

O Projeto Rio Luanda (PRL) tem por objetivo melhorar a autossuficiência de sistema de abastecimento de água e melhorar os índices de funcionamento da rede pública. Foi elaborado com base:

- Na conservação de água potável;
- Na gestão sustentável de águas urbanas (saneamento integrado);
- Na valorização da paisagem urbana;
- No respeito das condicionantes do local, de acordo com as legislações pertinentes.
- Na adaptabilidade face o crescimento e a procura da população de Luanda. .^[67]

Os rios urbanos, inseridos no planeamento urbano, permitem gerir os fluxos de água como recursos promovendo a reutilização e atenuando o impacto das águas pluviais no ambiente urbano. Podem ser utilizadas medidas como: valas vegetadas, bacias de infiltração, sistemas de biorretenção ou bioinfiltração, bacias de retenção entre outros (ver Figura 24 e Tabela 6) ^{[67] [72]}.

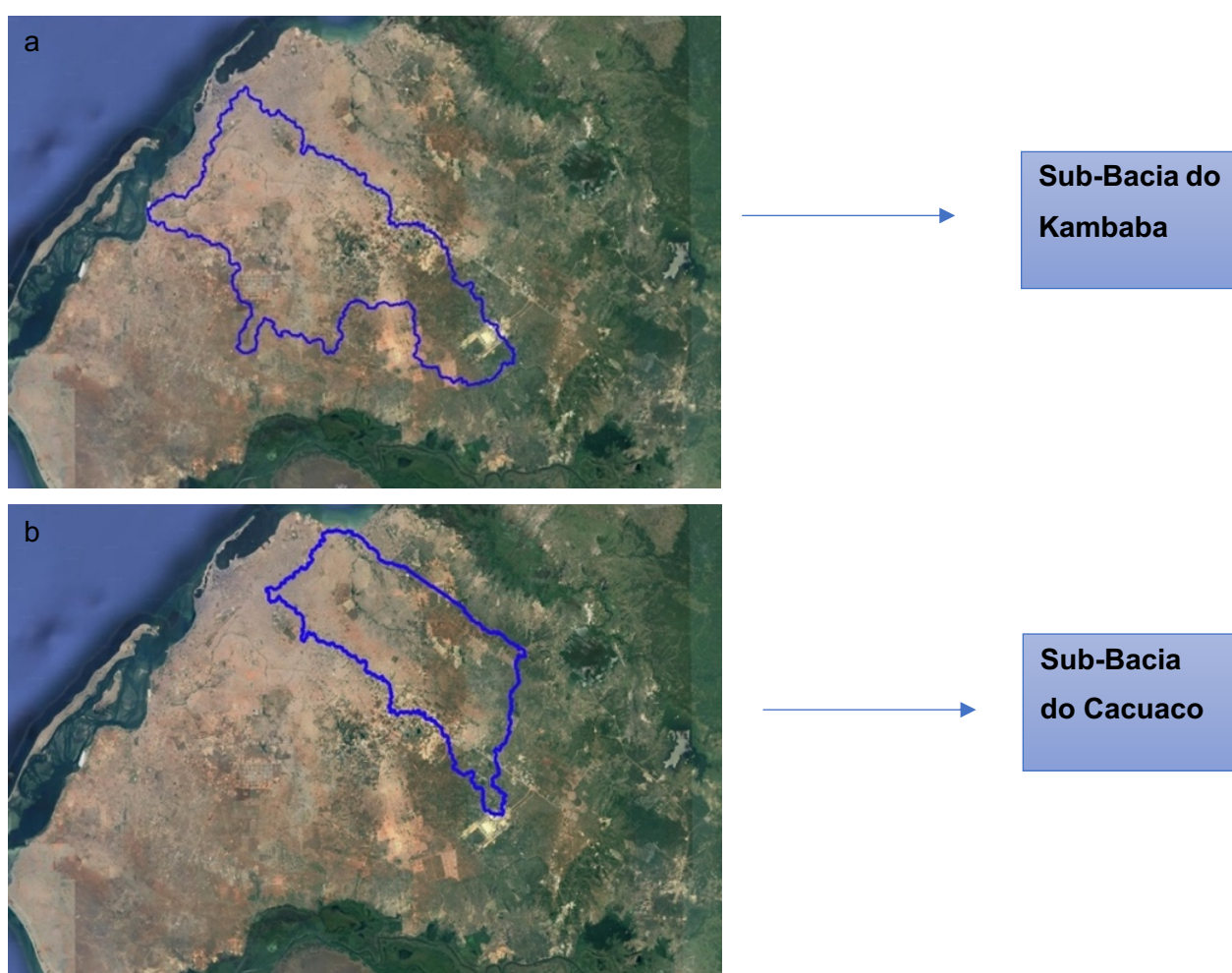


Figura 24 – a) Representação gráfica da sub-bacia do Kambaba; b) Representação gráfica da sub-bacia do Cacuo.^[67]

Tabela 6 - Dados técnicos das sub-bacias.^[67]

Sub-Bacia	Área de cobertura (ha)	Localidades de abrangência (Distritos Urbanos)	Quantidades de água	
			m³/s	m³/h
Kambaba	52.360	• Viana • Cazenga • Kilamba Kiaxi • Luanda • Talatona	52.360	188.496.000
Cacuaco	32.794	• Viana • Cazenga • Cacuaco	32.794	188.058.400

Pretende-se que estas duas sub-bacias estejam integradas no percurso do rio Luanda para amortizar as energias e reter as águas pluviais. Posteriormente, pode ser implementada uma rede de microdrenagem nos assentamentos urbanos (bairros), permitindo uma ligação direta com o rio, para conferir uma reestruturação do sistema de drenagem dos assentamentos urbanos. As melhorias dos sistemas de drenagem poderão de alguma forma ajudar a mitigar situações de inundações ou outros fenómenos extremos (ver Figura 25).^[67]



Figura 25 - Casos de inundações em Luanda, 2021.^[77]

IV.2.1 Mapa rio Luanda

O rio Luanda terá o seu início no canal do Kikuxi (ver Figura 26 e Tabela 7). Idealmente seria aumentado o número de ETAs e de CDs numa localização o mais próxima possível do rio para evitar que a água depois de tratada percorra grandes distâncias, até chegar ao consumidor final (este é um dos motivos que causa, as perdas de elevados volumes de água, além da degradação e deterioração da própria rede).^[67]

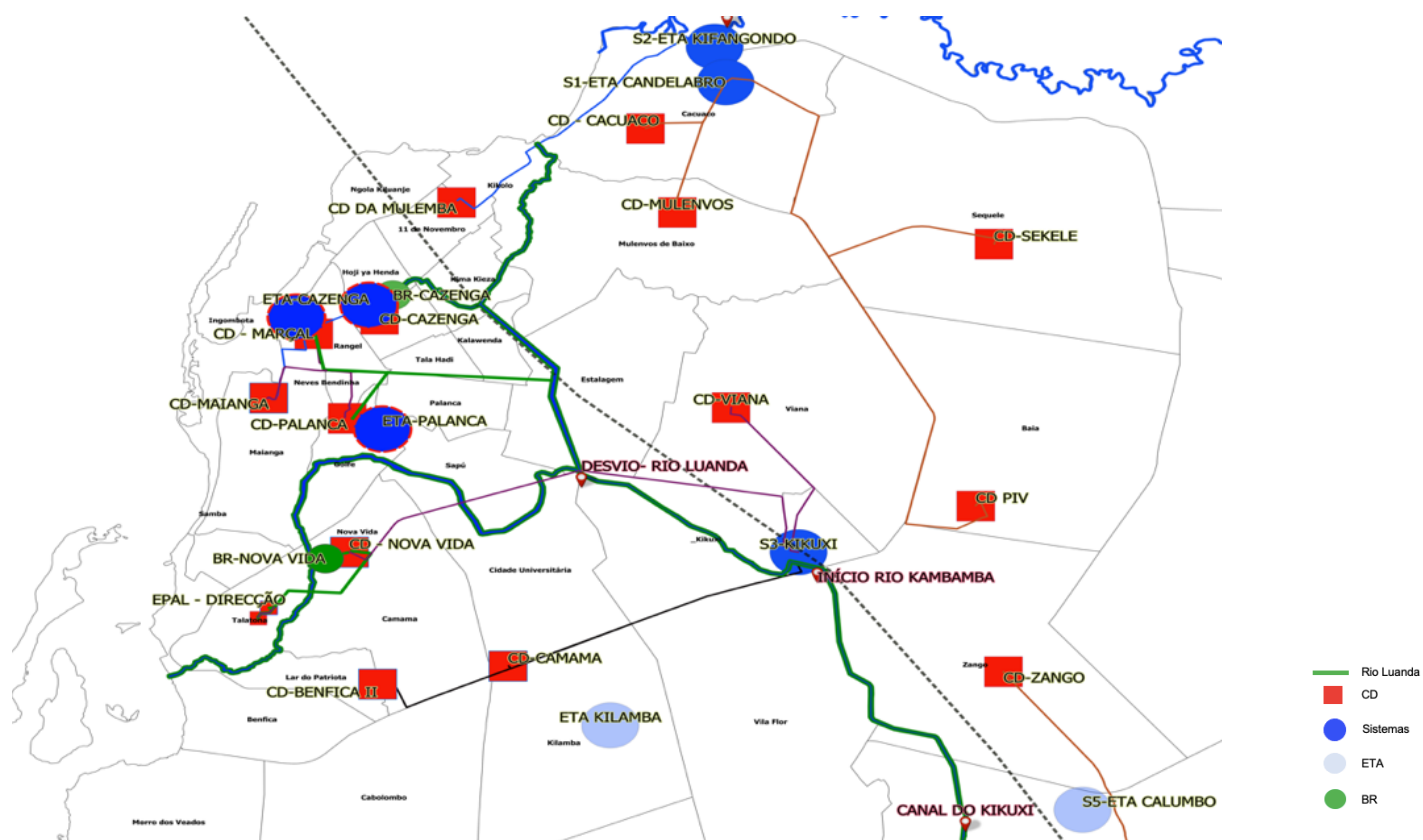


Figura 26 - Representação gráfica do Mapa estrutural do sistema de abastecimento e distribuição de água associado ao rio Luanda.^[67]

Tabela 7 - Dados técnicos do rio Luanda.^[67]

Comprimento	960 km
Nascente	Mumbué, Chitembo, Bié
Altitude da nascente	1 929,74 m
Foz	Oceano Atlântico
Bacia hidrográfica	Bacia do Cuanza
Área da bacia	152 570 km ²
Caudal	1.040 m ³ /s
Afluentes principais	Lucala, Mucoso, Lombe, Cuíje, Cuque, Luando, Cuíva, Cuíme, Chimbamdiango, Gango, Cutato, Cunhinga, Lúbia, Cunje, Cuquema

IV.2.2 Principais funções técnicas do rio Luanda

- **Abastecimento de água**

A partir da Central de Bombagem de Kassaqui na margem direita do Rio Cuanza, transferir cerca de 700.000 m³/dia, armazená-la ao longo de 54 km de percurso e pô-la à disposição de diversas regiões da cidade de Viana, Cazenga, Kilamba Kiaxi, Luanda, Belas e Talatona. Poderá haver a possibilidade de os distritos urbanos de Luanda construírem ETAs nas imediações do rio e fornecerem água sem grandes perdas.^[67]

- **Drenagem de águas pluviais**

As condições técnicas do rio nomeadamente a largura, profundidade, percurso, cobertura, declive, velocidade de escoamento deverá permitir diminuir as cheias e alagamentos no perímetro urbano. Apenas as águas excedentárias chegariam ao mar controladamente através de comportas. Estas águas retidas permitiriam o surgimento de praias fluviais, cintura verde, transporte fluvial de recreação, desportos náuticos, turismo, águas para bombeiros, pescas e outras valências.^[67]

- **Drenagem de águas residuais**

O Rio Luanda deverá receber diariamente uma contribuição de 200.000 - 400.000 m³ de água para a sua reutilização. Após a atualização (os serviços de abastecimento de água e de saneamento deverão ser municipalizados) da respetiva legislação, Decreto Presidencial nº 83/14, pelo Ministério do Ambiente no que concerne as Leis de proteção dos corpos hídricos e os procedimentos técnicos de retenção de cargas contaminantes nos efluentes domésticos e industriais, bem como da obrigatoriedade de instalação de ETAR nas indústrias e nos assentamentos urbanos.^[67]

Com isso o PRL pretende reestruturar o sistema sanitário de Luanda de modo a:

1. Padronizar, regular e normalizar o sistema de saneamento básico (leis, normas, mecanismos e procedimentos gerais para exercício da atividade do saneamento básico);
2. Universalizar os serviços de água e esgoto com a agenda e compromissos assumidos universalmente;
3. Descentralizar o sistema de abastecimento de água (cada distrito urbano deverá estar capacitado para servir a sua circunscrição e arrecadar as suas receitas);
4. Desconcentrar os sistemas de recolha e tratamento de esgotos e de aproveitamento dos resíduos;
5. Municipalizar os serviços de recolha, transporte e tratamento dos resíduos sólidos urbanos e limpeza pública;
6. Reestruturar a visão e interpretação do conceito geral de sistema de macrodrenagem urbana;

7. Sugerir o enquadramento do sector do saneamento básico para o sector ministerial da construção e infraestruturas.^[67]

IV.2.3 Cronograma de execução do PRL

O tempo estimado para construção do rio Luanda será de aproximadamente 4 anos em caso de aprovação do projeto ^[67]. As diferentes fases de construção são apresentadas na Tabela 8.

Tabela 8 - Cronograma das atividades do PRL. ^[67]

Nº Ord	Atividades	Trimestres																
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	Aprovação da proposta																	
2	Registo																	
3	Mobilização dos materiais e equipamentos																	
3	Desmatção e limpeza do terreno																	
4	• Escavação de troço																	
	• Construção de residências																	
	• Realojamentos populacional																	
	• Regulação de taludes																	
	• Construção de etas																	
	• Construção mata ciliar																	
	• Construção de pontes e estradas																	
5	Ensaio																	
6	Entrega da obra																	

IV.2.4 Orçamento preliminar do PRL

Foi calculado um orçamento preliminar, com base nos custos associados as atividades propostas e identificadas na Tabela 8. Deste modo, para implementação do PRL, estima-se um investimento total de aproximadamente 1.306.100.000,00 de euros. ^[67]

IV.3 Análise do PRL

À medida que os centros urbanos se expandem tanto em tamanho e número como em industrialização e urbanização, os impactos negativos sobre os ecossistemas urbanos podem-se tornar cada vez mais graves ^[70] ^[71]. De modo que a conceção do PRL deverá estar assente nos requisitos de planeamento supracitados, procurando que ações preventivas sejam aplicadas na fase inicial do projeto. A nível de efeitos sobre:

- A população e a saúde humana;
- A biodiversidade
- O território, o solo, a água, o ar, o clima, incluindo as alterações climáticas;
- Os bens materiais, o património cultural, arquitetónico e arqueológico e a paisagem;
- A interação entre os fatores mencionados, incluindo os efeitos decorrentes da vulnerabilidade do projeto perante os riscos de acidentes graves ou de catástrofes que sejam relevantes para o projeto em questão.^[72]

IV.3.1 Potenciais impactos positivos do PRL

Os rios urbanos poderão ser fundamentais no desenvolvimento das cidades em diversas escalas. O rio Luanda poderá estabelecer uma conexão entre a cidade, os elementos naturais e a comunidade vizinha, através dos corredores verdes, áreas de lazer como por exemplo: parques e trilhos ^[80]. E proporcionar benefícios como:

- Redução da poluição difusa (por escoamento das águas pluviais);
- Redução das perdas na rede distribuição de água;
- Acesso melhorado de água potável;
- Criação de novos postos de emprego (fase de implementação, manutenção do rio);
- Promoção da biodiversidade;
- Valorização paisagística.

IV.3.2 Potenciais impactos negativos do PRL

As interferências antropológicas, principalmente obras de engenharia podem causar impactos negativos a níveis socioeconómico e ambiental, independentemente do benefício comum. O rio Luanda está projetado para ser um canal fluvial artificial e de acordo com as atividades descritas no cronograma (ver acima a Tabela 8), alterações significativas serão feitas no meio físico ao longo do seu percurso. De entre os potenciais impactos destacam-se os seguintes:

1. Poluição atmosférica;
2. Poluição do solo;
3. Supressão da vegetação;
4. Investimento dispendioso;

5. Emissão de ruído e vibrações no meio;
6. Degradação de solo nas áreas de escavação do canal;
7. Alteração da paisagem natural;
8. Impacto visual das placas de sinalização de obras;
9. Interrupção das atividades de lazer da população vizinha;
10. Acidentes de trabalho.^[81]

IV.3.3 Ações de mitigação

De modo a minimizar estes impactos ambientais negativos associados ao PRL recomenda-se que sejam implementadas ações de mitigação, nomeadamente:

1. Tratamento e deposição ambientalmente segura de resíduos sólidos e líquidos resultantes da implementação;
2. Realização de obras fora do período chuvoso para evitar que sedimentos sejam facilmente transportados;
3. Manutenção periódica de equipamentos;
4. Adoção de tecnologias ambientalmente mais seguras ou métodos menos agressivos ao meio ambiente;
5. Cumprimento das normas de seguranças de forma rigorosa;
6. Identificação de rotas mais seguras para o transporte de matérias;
7. Revestimento das margens do canal com proteção vegetal, com por exemplo: gabiões ou enrocamentos vivos;
8. Deposição dos obstáculos de forma adequada e de rápida identificação.^[81]

Por outro lado, é de extrema importância que a população esteja integrada ao longo de todas as fases do PRL, uma vez que haverá fortes interações entre as atividades humanas e os processos naturais do rio, e para que este sirva todos os seus propósitos, a responsabilidade de o preservar é da comunidade em geral. Os rios urbanos geralmente enfrentam muitos problemas ecológicos, como poluição da água, destruição de habitat e redução da biodiversidade, particularmente em Luanda onde a consciência ambiental é muito prematura. Deste modo, recomenda-se que sejam promovidas campanhas de sensibilização e programas de educação ambiental para a população em geral bem como para todos os que estiverem diretamente envolvidos na construção.^[81]

V. Conclusão

O abastecimento de água e o saneamento são uns dos requisitos fundamentais para a vida humana. Sem água, a vida não pode ser sustentada e a falta de saneamento leva à propagação de doenças, por exemplo as doenças diarreicas atribuídas a inexistência ou insuficiência destes requisitos são responsáveis por 1,73 milhões de mortes a cada ano, sendo a sexta maior carga de doenças em escala global e este quadro de saúde é evitável. Tem havido um amplo debate sobre a importância relativa da quantidade e da qualidade da água. De um modo geral, para os países industrializados a maior preocupação é a escassez de água enquanto nos países em vias de desenvolvimento ainda há grandes desafios relativamente à qualidade. Tratando-se de realidades totalmente diferentes são necessárias decisões que abranjam as duas necessidades.

Na ótica de mudanças que promovem desenvolvimento sustentável, os países em vias de desenvolvimento devem procurar melhorar os serviços de abastecimento de água e saneamento para que o planeamento e gestão urbana possa otimizar a proteção e recuperação dos ecossistemas, o uso sustentável e equitativo de água de boa qualidade, e a adaptação às alterações climáticas. Também se deve procurar melhorar o sistema de retenção, captação da água e promoção do aumento de reutilização e valorização, adotando soluções inovadoras que visam melhorar o bem-estar humano e a qualidade de vida urbana.

Deste modo, o PRL poderá ser uma solução viável para os problemas sanitários que a cidade Luanda enfrenta, proporcionando os seguintes serviços:

- Municipalização dos serviços;
- Separação dos sistemas de recolha de águas pluviais e águas residuais;
- Restruturação da Macro e Micro Drenagem.

Os impactos (positivos e negativos) assim como benefícios e limitações deverão ser tomados em consideração. Deste modo a solução deve ser integrada com base nas condições que a cidade apresenta atualmente, quer a nível socioeconómico como ambiental. Angola, particularmente é um país extremamente rico em recursos naturais, mas grande parte dos problemas sanitários existentes atualmente na capital refletem tomadas de decisões cujos princípios do desenvolvimento sustentável não foram aplicados. Reconhece-se a necessidade de mudança, do quadro atual do sistema de abastecimento de Luanda. E espera-se que o PRL, se implementado, envolva todas as partes interessadas no processo e ao longo prazo, promova o bem-estar social local.

VI. Referências Bibliográficas

1. Machado, A. V. M., Santos, J. D., Nogueira, L. T., Nogueira, M. T., & Oliveira, P. D. (2016). Acesso ao abastecimento de água em comunidades rurais: o desafio de garantir os direitos humanos à água. In *XII Congresso Nacional de Excelência em Gestão*.
2. Gleick, P. H. (2003). Water use. *Annual review of environment and resources*, 28(1), 275-314
3. World Health Organization (WHO, & Unicef. (2000). *Global water supply and sanitation assessment 2000 report*. World Health Organization (WHO).
4. Sobsey, M. D., Water, S., & World Health Organization. (2002). *Managing water in the home: accelerated health gains from improved water supply* (No. WHO/SDE/WSH/02.07). World Health Organization.
5. Howard, G., Bartram, J., Water, S., & World Health Organization. (2003). *Domestic water quantity, service level and health* (No. WHO/SDE/WSH/03.02). World Health Organization
6. Paca, J. M., Santos, F. M., Pires, J. C., Leitão, A. A., & Boaventura, R. A. (2019). Quality assessment of water intended for human consumption from Kwanza, Dande and Bengo rivers (Angola). *Environmental Pollution*, 254, 113037.
7. Montgomery, M. A., & Elimelech, M. (2007). Water and sanitation in developing countries: including health in the equation. *Environmental science & technology*, 41(1), 17-24.
8. Bovolato, L. E. (2010). Saneamento básico e saúde. *Escritas: Revista do Curso de História de Araguaína*, 2.
9. de Souza, M. S. (2002). Meio ambiente urbano e saneamento básico. *Mercator*, 1(1).
10. Agência Portuguesa do Ambiente resíduos [Em linha]. Disponível em <https://rea.apambiente.pt/content/produção-e-gestão-de-res%C3%ADduos-urbanos?language=pt-pt> Consultado a 14/09/2021
11. Cal, c., Von Sperling, m., Barros, r., Chernicharo, c., Heller, l., & Von Sperling, m. 3.8. Drenagem de águas pluviais. *Termo de referência*, 18.
12. Lüthi, C., Panesar, A., Schütze, T., Norström, A., McConville, J., Parkinson, J., ... & Action, A. F. (2011). [P.] Sustainable Sanitation in Cities A framework for action
13. *Water for health – taking charge*. Geneva, World Health Organization, 2001.
14. World Health Organization. (2008). *Water* (No. WHO/HSE/PHE/AMR/08.01. 01). World Health Organization.
15. *Safer water, better health. Costs, benefits and sustainability of interventions to protect and promote health*. WHO, 2008.
16. UNICEF/ World Health Organization. *Progress on drinking water and sanitation. Special focus on sanitation*. 2008.
17. United Nations Population Division, *World Urbanization Prospects: The 2001 Revisions*.
18. World Health Organization /UNICEF *Joint Monitoring Programme for Water Supply and Sanitation*

19. UNICEF, Reimaging, WASH, Water Security for All, 2001
<https://www.unicef.org/brazil/comunicados-de-imprensa/uma-em-cada-cinco-criancas-em-todo-o-mundo-nao-tem-agua-suficiente>
20. Weinthal, E., Parag, Y., Vengosh, A., Muti, A., & Kloppmann, W. (2005). The EU drinking water directive: the boron standard and scientific uncertainty. *European Environment*, 15(1), 1-12.
21. União Europeia, Health and Environmental Protection. [Em linha]. Disponível em <https://www.eea.europa.eu/publications/public-health-and-environmental-protection> . Consultado a 13/09/2021
22. Völker, J., & Borchardt, D. (2019). Drinking water quality at risk: a European perspective. In *Atlas of Ecosystem Services* (pp. 205-210). Springer, Cham.
23. União Europeia, Water Drinking Legislation. Disponível em https://ec.europa.eu/environment/water/water-drink/legislation_en.html . Consultado a 13/09/2021
24. Parlamento europeu. [Em linha]. Disponível em <https://www.europarl.europa.eu/news/pt/headlines/society/20181011STO15887/agua-potavel-na-ue-melhor-qualidade-e-acesso> Consultado a 12/11/2021
25. Diário da República. [Em linha]. Disponível em <https://dre.pt/dre/detalhe/decreto-lei/306-2007-640931> Consultado a 13/09/2021
26. Diário da República. [Em linha]. Disponível em <https://dre.pt/application/file/67123077> . Consultado a 13/09/2021
27. Agência Portuguesa do Ambiente [Em linha]. Disponível em. <https://rea.apambiente.pt/content/água-para-consumo-humano>. Consultado a 14/09/2021
28. MacDonald, A. M., Bonsor, H. C., Dochartaigh, B. É. Ó., & Taylor, R. G. (2012). Quantitative maps of groundwater resources in Africa. *Environmental Research Letters*, 7(2), 024009.
29. Dos Santos, S., Adams, E. A., Neville, G., Wada, Y., De Sherbinin, A., Bernhardt, E. M., & Adamo, S. B. (2017). Urban growth and water access in sub-Saharan Africa: Progress, challenges, and emerging research directions. *Science of the Total Environment*, 607, 497-508.
30. Muller, M. (2016). Urban water security in Africa: The face of climate and development challenges. *Development Southern Africa*, 33(1), 67-80.
31. João, D. D. (2020). Impacto da qualidade da água na saúde humana: um estudo de caso no Bairro Calomanda. *RAC: Revista Angolana de Ciências*, 2(3), 433-452.
32. Instituto Nacional de Recursos Hídricos. [Em linha]. Disponível em. <http://www.inrh.gv.ao/portal#documentos> . Consultado a 14/09/2021
33. Diagnóstico de necessidades e gaps de capacidades Nas entidades gestoras de serviços de águas. [Em linha]. Disponível em http://www.ppa.pt/wp-content/uploads/2016/10/Angola_v03.pdf Consultado a 13/11/2021

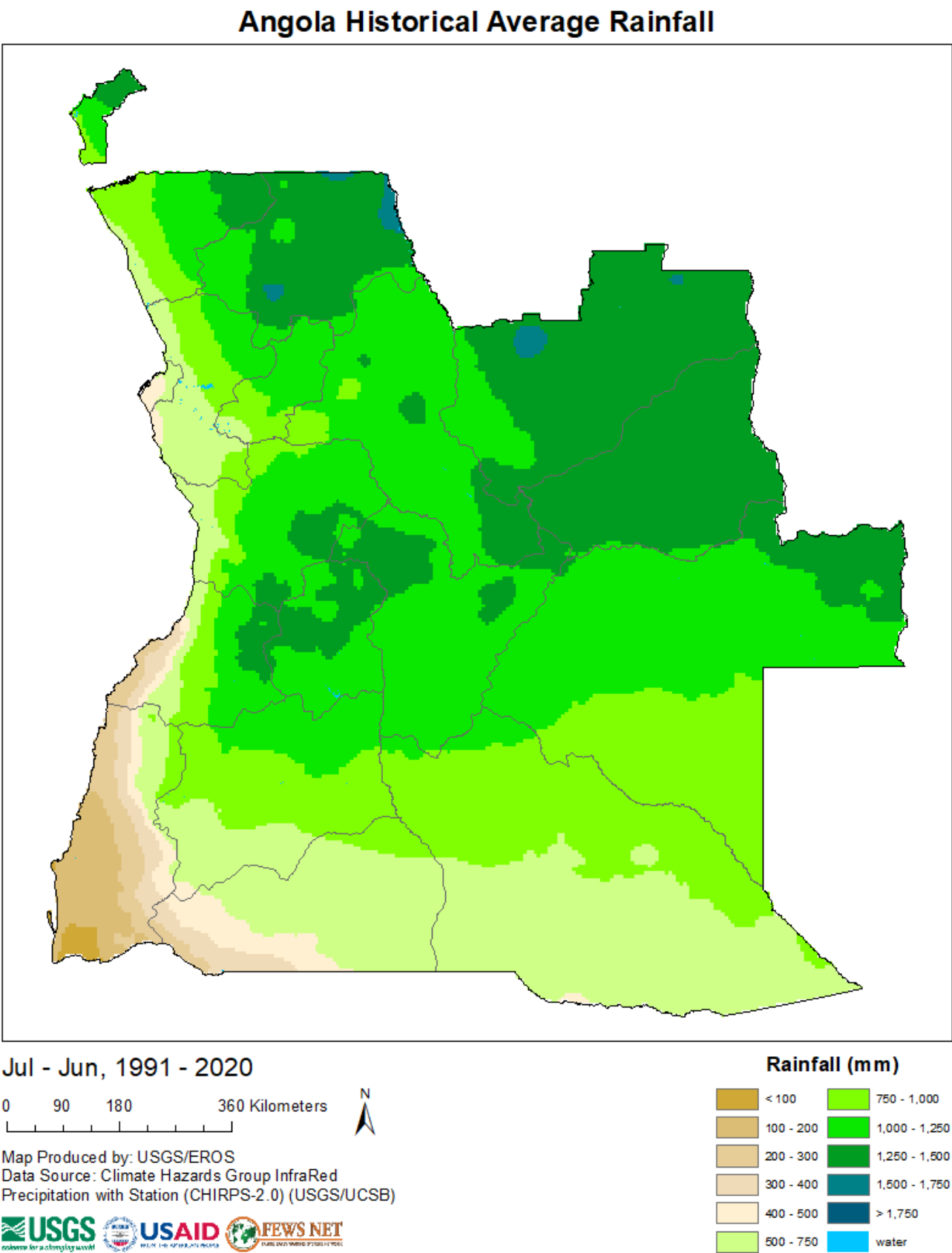
34. [Em linha]. Disponível em <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ang168058.pdf> . Consultado a 25/11/2021
35. [Em linha]. Disponível em <https://gestoenergy.com/wp-content/uploads/2019/04/Angola-action-plan-of-the-energy-water-sector-2018-2022.pdf> . Consultado a 25/11/2021
36. UNICEF, Orçamento Geral de Estado, (2018). [Em linha]. Disponível em. <https://www.unicef.org/esa/media/2426/file/UNICEF-Angola-2018-WASH-Budget-Brief.pdf> Consultado a 21/11/2021
37. P3LP, Disponibilidade dos recursos hídricos em Angola – Principais desafios do sector. [Em linha]. Disponível em <http://www.ppa.pt/wp-content/uploads/2017/07/2.-Manuel-Quintino.pdf> Consultado a 21/11/2021
38. Baptista, J. M., Alegre, H., Matos, R., Neves, E. B., Pássaro, D., Santos, R. F., ... & Nunes, M. (2005). Guia de avaliação de desempenho dos operadores de serviços de águas e resíduos. *Lisboa: IRAR & LNEC*.
39. Correia, N. C. M. A. (2007). *A divulgação do ciclo urbano da água através da internet* (Doctoral dissertation, FCT-UNL).
40. Agência Portuguesa do Ambiente [Em linha]. Disponível em <https://www.adp.pt/pt/atividade/o-que-fazemos/o-ciclo-urbano-da-agua/?id=28> Consultado a 14/09/2021
41. Sachs, J. D. (2012). From millennium development goals to sustainable development goals. *The lancet*, 379(9832), 2206-2211.
42. SÁ MARQUES, J. A. A. SOUSA, J. J. O - Hidráulica Urbana 4ª Edição, Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, Coimbra 2018.
43. ERSAR, Guia 14 – Reutilização de águas residuais. [Em linha]. Disponível em https://www.pseau.org/outils/ouvrages/esrar_guia_14_reutilizacao_de_aguas_residuais.pdf Consultado a 13/11/2021
44. Gordon B et al. *Inheriting the world, the Atlas on Children's Health and the Environment*. WHO, Myriad Editions Ltd, 2004.
45. Davison, A., Howard, G., Stevens, M., Callan, P., Fewtrell, L., Deere, D., ... & World Health Organization. (2005). *Water safety plans: Managing drinking-water quality from catchment to consumer* (No. WHO/SDE/WSH/05.06). World Health Organization.
46. Relatório Plano Diretor de Saneamento de Luanda, 2015, EPAL.
47. World Health Organization. (2008). *Water* (No. WHO/HSE/PHE/AMR/08.01. 01). World Health Organization. www.epa.gov/safewater/dwh/treat.html
48. Hua, J., & Chen, W. Y. (2019). Prioritizing urban rivers' ecosystem services: An importance-performance analysis. *Cities*, 94, 11-23.

49. Agbedahin, A. V. (2019). Sustainable development, Education for Sustainable Development, and the 2030 Agenda for Sustainable Development: Emergence, efficacy, eminence, and future. *Sustainable Development*, 27(4), 669-680.
50. Bernardo, F. G. P. (2016). Avaliação da Ecoeficiência do Sistema de Gestão do Ciclo Urbano da Água da Empresa Águas do Porto, EM.
51. World Health Organization. (2015). Progress on sanitation and drinking water–2015 update and MDG assessment.
52. Cumming, O., Elliott, M., Overbo, A., & Bartram, J. (2014). Does global progress on sanitation really lag behind water? An analysis of global progress on community-and household-level access to safe water and sanitation. *PloS one*, 9(12), e114699.
53. Nações Unidas, Agenda 2030 [Em linha]. Disponível em. <https://www.comciencia.br/o-que-e-agenda-2030-das-nacoes-unidas-e-quais-sao-os-objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel/> Consultado a 10/09/2021
54. Nações Unidas, Desenvolvimento sustentável. [Em linha]. Disponível em. <https://unric.org/pt/objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel/>. Consultado a 08/09/2021.
55. Colglazier, W. (2015). Sustainable development agenda: 2030. *Science*, 349(6252), 1048-1050.
56. Nações Unidas, Objetivo 6. [Em linha]. Disponível em <https://unric.org/pt/objetivo-6-agua-potavel-e-saneamento-2/>. Consultado a 10/09/2021.
57. Our world in data. [Em linha]. Disponível em <https://ourworldindata.org/> Consultado a 13/11/2021
58. MacDonald, A. M., Bonsor, H. C., Dochartaigh, B. É. Ó., & Taylor, R. G. (2012). Quantitative maps of groundwater resources in Africa. *Environmental Research Letters*, 7(2), 024009.
59. Joaquim, M. D. N. D. S. (2009). Requalificação urbana em Luanda.
60. Jacinto, M. M. P. L. (2012). *A problemática da água em Angola (1975-2010): caso de estudo-Luanda* (Doctoral dissertation, Faculdade de Ciências Sociais e Humanas, Universidade Nova de Lisboa).
61. GOVERNO PROVINCIAL DE LUANDA (1993) – Abastecimento de água, esgotos, drenagem pluvial e resíduos sólidos da cidade de Luanda, Luanda.
62. Cumba, M. A. (2018). *Plano Director Geral Metropolitano de Luanda: o agendamento* (Doctoral dissertation).
63. Bettencourt, Andrea Carina de Almeida (2011), *Qualificação e reabilitação de áreas urbanas críticas: Os musseques de Luanda*, Dissertação de Mestrado Integrado em Arquitectura Faculdade de Arquitectura, Lisboa, Universidade Técnica de Lisboa;
64. Instituto nacional de Estatística [Em linha]. Disponível em <https://www.ine.gov.ao/inicio/estatisticas>. Consultado a 15/09/2021.
65. (Van-Dúnem, 2003:209) (SOGREAH et INGENIRIE, 1995:4).
66. Faria, F. P. (2016). A política de água em Angola: Algumas notas sobre os abastecimentos de água em Luanda e Benguela. *Mulemba. Revista Angolana de Ciências Sociais*, (6 (11)), 57-83.

67. Lopes, F, Venâncio, A, Palanga, A. J. Apresentação do Projecto Rio Luanda. (2019)
68. Huergo, M. C. C. (2015). Diretrizes para inserção de práticas sustentáveis na melhoria da qualidade ambiental dos centros urbanos—Water Sensitive Urban Design: estudo de caso no município de Guaratuba. *Gestão Pública*, 6(4).
69. Unicef, Ministério Da Energia E Águas Direção Nacional de Abastecimento De Água e Saneamento, Modelo de Gestão Comunitária de Água. [Em linha]. Disponível em <https://www.unicef.org/angola/media/1416/file/Modelo%20de%20Gestao%20Comunitaria%20de%20Agua.pdf> Consultado a 25/11/2021
70. Everard, M., Moggridge, H.L. Rediscovering the value of urban rivers. *Urban Ecosyst* **15**, 293–314 (2012). <https://doi.org/10.1007/s11252-011-0174-7>
71. Zhao, Y. W., Zhou, L. Q., Dong, B. Q., & Dai, C. (2019). Health assessment for urban rivers based on the pressure, state and response framework—A case study of the Shiwuli River. *Ecological indicators*, 99, 324-331.
72. Garcia, J. M., Mantovani, P., Gomes, R. C., Longo, R. M., Demanboro, A. C., & do Carmo Bettine, S. (2018). Degradação ambiental e qualidade da água em nascentes de rios urbanos. *Sociedade & Natureza*, 30(1), 228-254.
73. Francis, R.A. Positioning urban rivers within urban ecology. *Urban Ecosyst* **15**, 285–291 (2012). <https://doi.org/10.1007/s11252-012-0227-6>
74. Gurnell, A., Lee, M., & Souch, C. (2007). Urban rivers: hydrology, geomorphology, ecology and opportunities for change. *Geography compass*, 1(5), 1118-1137.
75. Zanluca, I. (2015). Rios Urbanos e as bacias hidrográficas: impasses e integração no Vale do Rio Tijucas.
76. Prominski, M., Stokman, A., Stimberg, D., Voermanek, H., Zeller, S., & Bajc, K. (2017). *River. space. design: planning strategies, methods and projects for urban rivers*. Birkhäuser.
77. Jornal de Angola, PlataformaMedia, KilambaNews, Sapo24
78. Diário da República [Em linha]. Disponível em <https://dre.pt/home/-/dre/114337013/details/maximized>. Consultado a 20/10/2021
79. Diário da República [Em linha]. Disponível em <https://dre.pt/home/-/dre/114337013/details/maximized>. Consultado a 20/10/2021
80. MORSCH, M. R. S.; MASCARÓ, J. J.; PANDOLFO, A. Sustentabilidade urbana: recuperação dos rios como um dos 305 princípios da infraestrutura verde. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 17, n. 4, p. 305-321, out./dez. 2017.
81. Brasileiro, e. Sistema de gestão ambiental para obras fluviais.
82. USGS, USAID, FEWS NET. 2020. USGS FEWS NET Data Portal. *Earlywarning*. [Em linha]. Disponível em <https://earlywarning.usgs.gov/fews/product/226>. Consultado a 21/11/2021
83. EPAL Linhas de Orientação do Plano Estratégico 2015 2020. (2015) [Em linha]. Disponível em <https://slidetodoc.com/linhas-de-orientao-do-plano-estratgico-2015-2020/> Consultado a 21/11/2021

VII. Anexos

Anexo I – Precipitação média histórica em Angola ^[82]



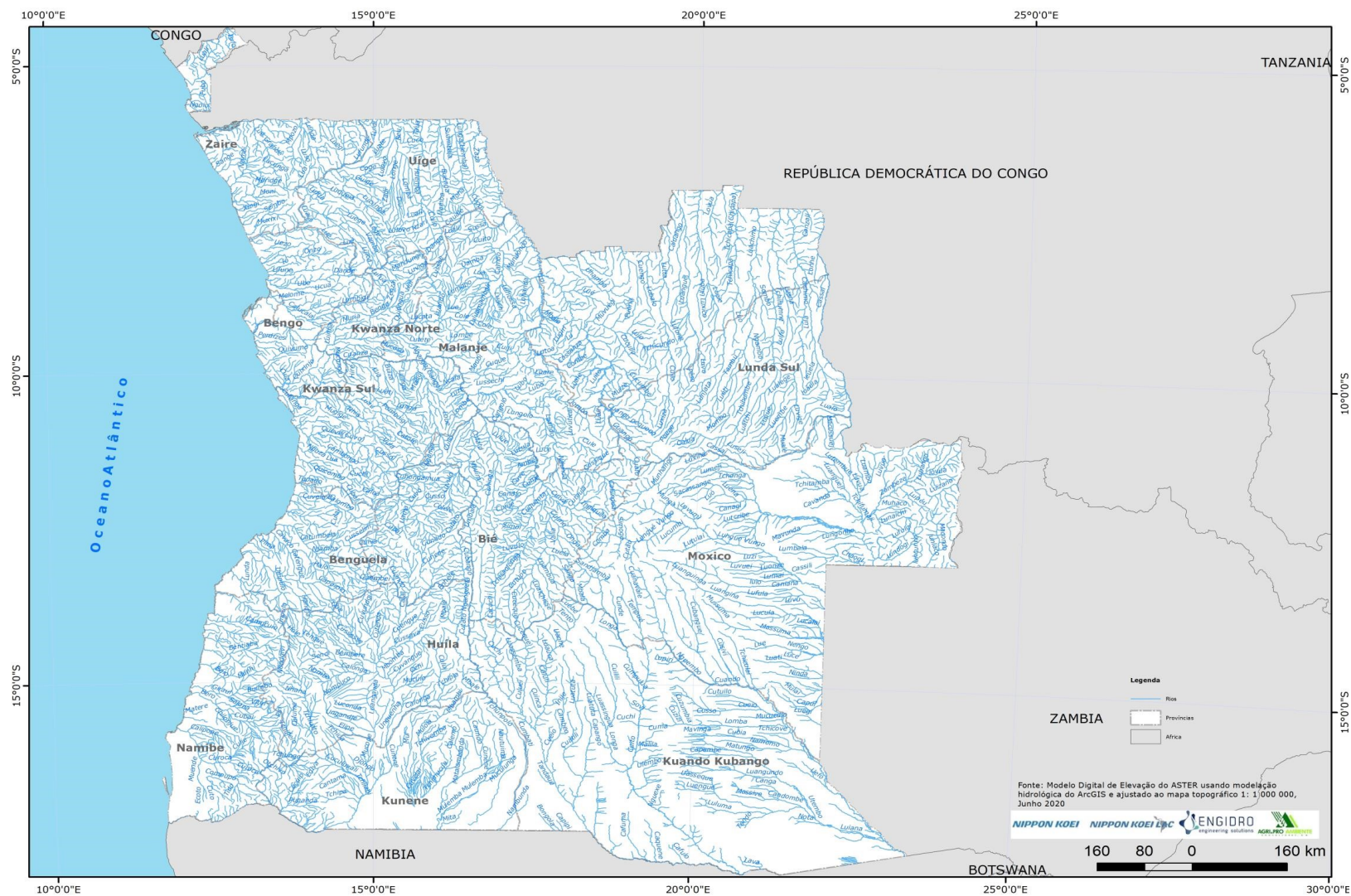
Anexo II – Representação gráfica das Bacias Hidrográficas de Angola (Internacionais). [32]



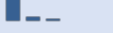
Anexo III – Abastecimento de água face o crescimento populacional de Luanda. ^[83]

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Evolução da população de Luanda	6 542.944	6.739.232	6.941.409	7.149.652	7.364.141	7.585.065	7.812.617
Capacidade de Tratamento de água	553.456	724.576	935.314	1.496.914	2.077.688	2.077.688	2.077.688
Capacidade dos CDs	310.480	310.480	441.980	506.980	841.980	1.491.980	1.491.980
Consumo per capita (l/hab/dia)	82	108	135	209	282	274	266

Anexo IV – Rede Hidrográfica de Angola por ordem de grandeza. (Hierarquização da rede Hidrográfica de Angola).^[32]



Anexo V – Extensão e ordem dos rios por Região Hidrográfica. ^[32]

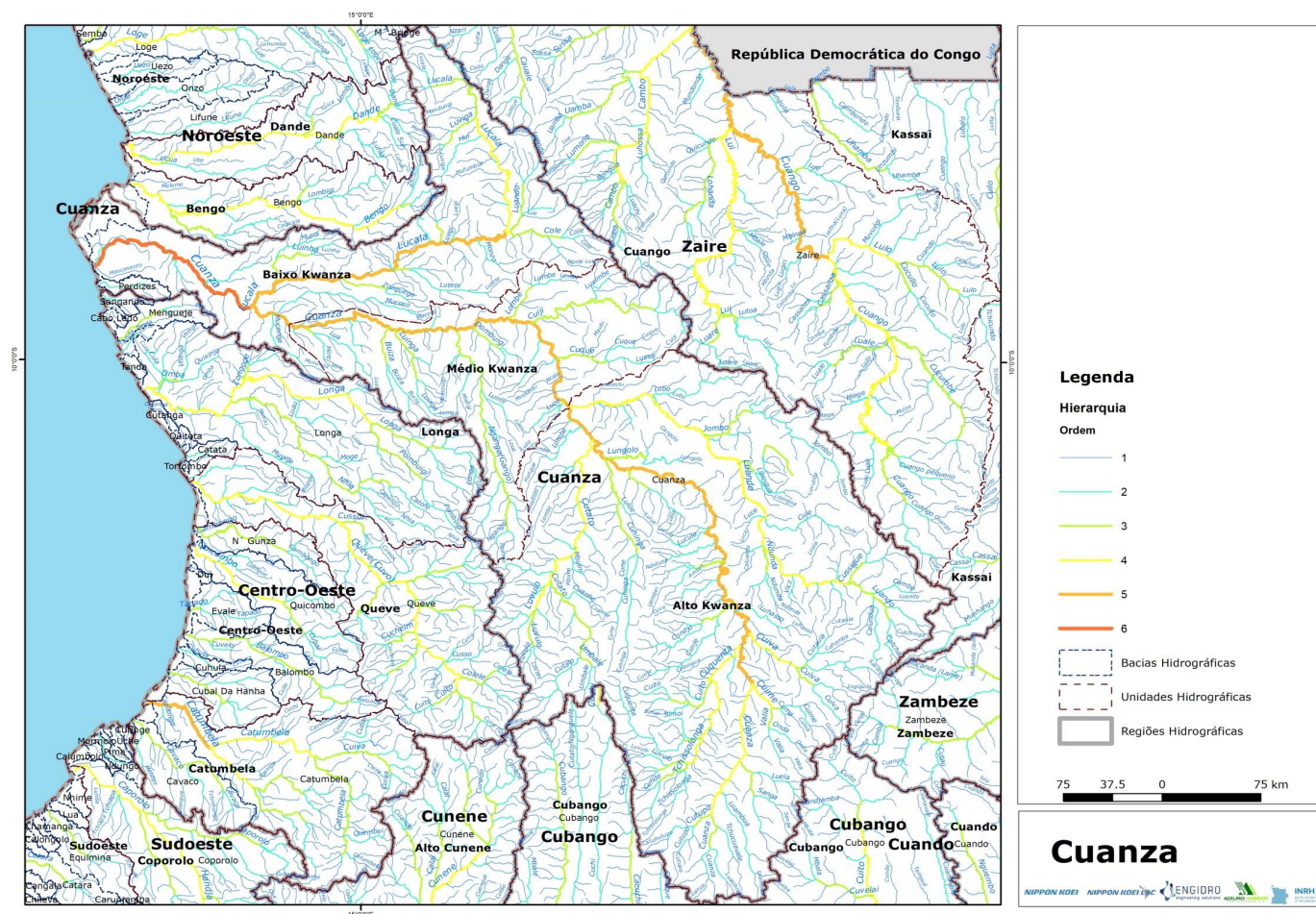
Região Hidrográfica	Ordem de grandeza						Total (km)	Gráfico
	1	2	3	4	5	6		
Congo/Zaire	25038.81	6085.371	4250.042	3260.689	640.4754		39275.39	
Cuanza	14535.61	4356.093	1720.802	1178.695	997.7838	175.2133	22964.195	
Zambeze	9484.769	3325.046	1390.869	929.5606	97.62245		15227.866	
Centro-Oeste	9865.835	2507.851	1512.891	895.4417	74.27595		14856.295	
Cubango	6957.222	2533.145	1441.146	1243.948	674.0289		12849.489	
Cunene	7814.715	2313.953	1220.173	564.6906	524.7861	229.4952	12667.813	
Sudoeste	7769.22	1995.203	1086.048	580.6021			11431.073	
Noroeste	7327.979	2045.151	599.3831	817.003	245.0187		11034.534	
Quando	4367.973	1219.443	1715.945	475.2671	522.0939	61.61635	8362.338	
Cuvelai	2558.961	1004.474	668.7292				4232.1637	
Cabinda	669.6289	291.2776	109.2704	64.10924			1134.2861	
Total	96391.72	27679.01	15718.30	10014.01	3781.09	472.32	154035.44	

Anexo VI – Extensão e ordem dos rios por Unidade Hidrográfica.^[32]

Unidade Hidrográfica	Ordem de grandeza						Total (km)	Gráfico
	1	2	3	4	5	6.00		
Cuango	13668.05	3022.08	1851.61	1427.01	640.48		20609.21	■ _ _ _ _
Kassai	10884.96	3063.29	2398.44	1012.43			17359.12	■ _ _ _
Zambeze	9500.52	3325.05	1390.87	1750.82	97.62		16064.87	■ _ _ _ _
Alto Cuanza	8788.79	2709.02	843.87	971.41			13313.08	■ _ _ _
Cubango	7009.14	2610.82	1441.15	1315.51	674.03		13050.65	■ _ _ _ _
Quando	4367.97	1219.44	1715.94	475.27	522.09	61.62	8362.34	■ _ _ _ _ _
Sudoeste	5347.91	1429.19	786.24	392.46			7955.80	■ _ _ _
Noroeste	4893.76	1391.79	464.83	279.12	245.02		7274.52	■ _ _ _ _
Médio Cunene	4628.36	1350.32	591.05	289.48			6859.20	■ _ _ _
Baixo Cuanza	3418.78	826.47	330.69	135.72	997.78	175.21	5884.66	■ _ _ _ _ _
Longa	3307.46	838.93	417.93	659.99			5224.31	■ _ _ _
Alto Cunene	2573.94	765.90	569.42	257.20	524.79		4691.25	■ _ _ _ _
Cuvelai	2633.83	1004.47	668.73				4307.04	■ _ _
Queve	2860.82	650.76	418.12				3929.70	■ _ _
Catumbela	2478.31	484.15	406.13	143.36	74.28		3586.23	■ _ _ _ _
Médio Cuanza	2276.38	742.93	546.24				3565.55	■ _ _
Coporolo	1764.59	518.19	299.81	188.14			2770.72	■ _ _ _
Centro-Oeste	1707.90	534.01	270.71	92.09			2604.70	■ _ _ _

Dande	1242.37	349.35	46.79	258.43			1896.94	■ _ _ _
Bengo	1173.00	304.01	87.77	279.45			1844.23	■ _ _ _
Baixo Cunene	1194.27	245.56	59.71	18.01		229.50	1747.04	■ _ _ _ _
Cabinda	669.63	291.28	109.27	64.11			1134.29	■ ■ _ _
Total	96391.72	27679.01	15718.30	10014.01	3781.09	472.32	154035.44	■ _ _ _ _ _

Anexo VII –Distribuição da rede hidrográfica por UH e BH na RH de Cuanza.^[32]



Anexo VIII - Extensão da rede hidrográfica por ordem, UH e BH na RH Cuanza.^[32]

Região	Unidade	Bacia	Ordem (km)						Total
Hidrográfica	Hidrográfica	Hidrográfica	1	2	3	4	5	6	Geral
Cuanza	Alto Cuanza	Cuanza	8801.73	2786.70	843.87	971.41			13403.71
		Zaire	27.16						27.16
	Total		8828.89	2786.70	843.87	971.41			13430.87
	Baixo Cuanza	Cuanza	3340.44	784.56	330.69	135.72	997.78	175.21	5764.42
		M' Bridge	18.85						18.85
		Perdizes	35.87	38.72					74.59
		Zaire	30.83						30.83
		Litoral	49.71						49.71
	Total		3475.69	823.29	330.69	135.72	997.78	175.21	5938.39
	Médio Cuanza	Cuanza	2402.66	742.93	546.24				3691.83
	Total Geral		14707.25	4352.91	1720.80	1107.13	997.78	175.21	23061.09

Anexo IV – Orçamento Preliminar do PRL.^[67]

Atividades	Unidade	Quantidades	Custos/Unidade (Euros)	Custo total
Desapropriação/indenizações de terras		3.000.000	100,00	300.000.000,00
Construção casas/ urbanizações	Unitário	8.000	60.000,00	480.000.000,00
Trabalhos escavação na medida projetada e regulação de traçado	Metros lineares	53.000	-	300.000.000,00
Regulação de taludes ou bermas	Metros quadrado	600.000	-	120.000.000,00
Construção de ETAs	Unitário	3	2.000.000,00	6.000.000,00
Construção de pontes e estradas	Unitário	6	-	100.000.000,00
Construção de mata ciliar	Metros quadrado	50.000	-	100.000,00