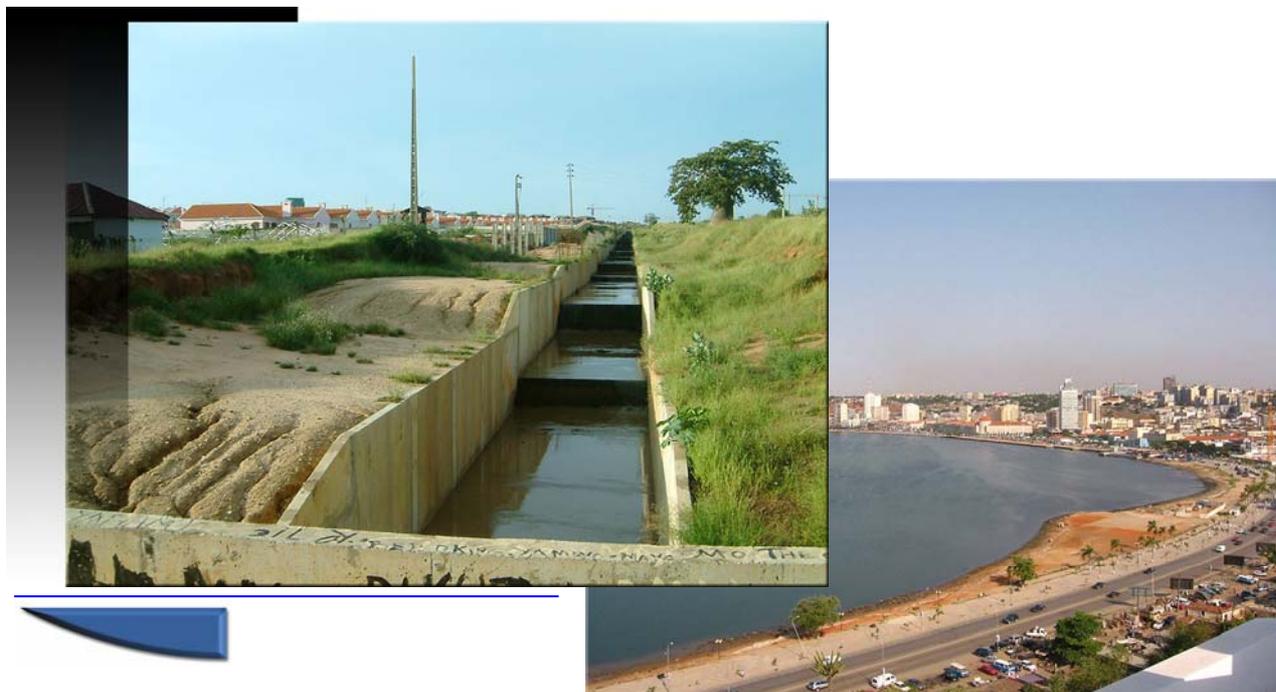




GOVERNO PROVINCIAL DE LUANDA
EMPRESA DE LIMPEZA E SANEAMENTO DE LUANDA – ELISAL



REVISÃO DO PLANO DIRECTOR DE SANEAMENTO DE LUANDA

RELATÓRIO FINAL

VERSÃO PROVISÓRIA

DEZEMBRO DE 2007



ÍNDICE

OBJECTO DO ESTUDO	I
RESUMO E CONCLUSÕES	1
INTRODUÇÃO.....	1
1. SITUAÇÃO ACTUAL DO SANEAMENTO	1
1.1. SITUAÇÃO SANITÁRIA	1
1.1.1. ENQUADRAMENTO SOCIAL	1
1.1.2. PRINCIPAIS INDICADORES	1
1.1.3. DOENÇAS DE ORIGEM HÍDRICA	2
1.1.4. DADOS DA OMS E ONG.....	4
1.1.5. DADOS DA DPS - LUANDA.....	7
1.1.6. UNIDADES DE SAÚDE	8
1.1.7. PRINCIPAIS PROBLEMAS AMBIENTAIS DA ORLA COSTEIRA.....	8
1.2. OCUPAÇÃO ACTUAL DO TERRITÓRIO	9
1.3. REDE DE SANEAMENTO EXISTENTE	14
1.3.1. CAIXAS DE VISITA.....	15
1.3.2. COLECTORES.....	16
1.3.3. ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUA (ETAR).....	20
1.4. ENQUADRAMENTO DOS PROBLEMAS DE ÁGUAS PLUVIAIS	21
1.5. SANEAMENTO INDIVIDUAL EXISTENTE.....	22
1.6. INSTALAÇÕES PRIVADAS	22
1.7. A POLUIÇÃO DE ORIGEM NÃO DOMÉSTICA	23
2. HIPÓTESES DE DESENVOLVIMENTO URBANO NO ANO HORIZONTE 2025.....	24
2.1. DEFINIÇÃO DA ZONA DE ESTUDO.....	24
2.2. DADOS DE BASE UTILIZADOS	25
2.3. PROJEÇÕES DEMOGRÁFICAS	25
2.3.1. POPULAÇÃO ACTUAL (2007).....	25
2.3.2. PROJEÇÕES DEMOGRÁFICAS PARA O ANO HORIZONTE DE 2025.....	26
2.3.3. DISTRIBUIÇÃO DA POPULAÇÃO EM 2025	26
2.4. GRANDES EIXOS ESTRUTURANTES / ÁREAS DE EXPANSÃO	28
2.5. AS FUTURAS ZONAS INDUSTRIAIS	30
2.6. REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA	30
2.6.1. REDE DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA EXISTENTE E ANTECEDENTES.....	30
2.6.2. REDE DE ABASTECIMENTO DE AGUA PREVISTA PARA O HORIZONTE 2025.....	33
3. ESTUDO DO MEIO RECEPTOR	34
3.1. CURSOS DE ÁGUA.....	34
3.1.1. AS « VALAS ».....	34
3.1.2. RIOS BENGO E KWANZA	34
3.2. MEIO MARINHO	35
3.2.1. OS VENTOS.....	35
3.2.2. CONDIÇÕES OCEANOGRÁFICAS	37
3.2.3. FACTOR DE CONCENTRAÇÃO BACTERIANO.....	41

3.2.4. OBJECTIVOS DE QUALIDADE	42
3.2.5. ESTADO ACTUAL DO MEIO MARINHO	42
4. ZONAMENTO DOS MODOS DE SANEAMENTO	44
4.1. OBJECTIVOS	44
4.2. APTIDÃO DOS SOLOS PARA SANEAMENTO INDIVIDUAL AUTÓNOMO	44
4.2.1. BREVE NOTA GEOLÓGICA	44
4.2.2. CRITÉRIOS DE APTIDÃO DE SOLOS	47
4.3. SANEAMENTO COLECTIVO OU INDIVIDUAL: CRITÉRIOS DE ZONAMENTO	56
4.3.1. APTIDÃO DOS SOLOS AO SANEAMENTO INDIVIDUAL.....	57
4.3.2. ESTRUTURAÇÃO DA REDE VIÁRIA	57
4.3.3. LIGAÇÕES DOMÉSTICAS À REDE PÚBLICA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	58
4.3.4. DENSIDADE POPULACIONAL.....	58
4.3.5. RENDIMENTO DOS AGREGADOS	59
4.3.6. SISTEMAS DE SANEAMENTO EXISTENTES	60
4.4. OPÇÕES DE SANEAMENTO COLECTIVO: UNITÁRIO, SEPARATIVO OU ESPECIAL	61
4.4.1. OS TRÊS TIPOS POSSÍVEIS DE REDES COLECTIVAS	61
4.4.2. VANTAGENS E INCONVENIENTES.....	62
4.4.3. REDES COLECTIVAS PROPOSTAS PARA LUANDA	63
4.5. CONCLUSÃO: REDES PROPOSTAS	66
5. AVALIAÇÃO DAS CARGAS HIDRÁULICAS E POLUENTES	67
5.1. POLUIÇÃO DE ORIGEM DOMÉSTICA.....	67
5.1.1. PRODUÇÃO DE ÁGUAS RESIDUAIS POR ZONAS.....	67
5.1.2. AVALIAÇÃO DAS CARGAS HIDRÁULICAS NAS REDES DE ÁGUAS RESIDUAIS	68
5.2. POLUIÇÃO INDUSTRIAL.....	73
5.2.1. CARGAS HIDRÁULICAS INDUSTRIAIS	73
5.2.2. CARGAS POLUENTES INDUSTRIAIS	74
5.3. CARGAS HIDRÁULICAS E POLUENTES TOTAIS	75
6. OBRAS DE TRATAMENTO: DEFINIÇÃO DAS ALTERNATIVAS E RECOMENDAÇÕES	77
6.1. TRATAMENTO: LOCALIZAÇÃO, CAPACIDADES E PROCESSOS POSSÍVEIS	77
6.1.1. TRATAMENTO DAS ÁGUAS RECOLHIDAS PELA REDE.....	77
6.1.2. PROCESSOS DE TRATAMENTO PREVISTOS PARA 2025	82
6.1.3. LOCALIZAÇÕES POSSÍVEIS DAS ETAR.....	85
6.2. DESCARGAS: OPÇÕES E LOCALIZAÇÕES PREVISTAS	87
6.2.1. ALTERNATIVAS DE DESCARGA DAS ÁGUAS RESIDUAIS TRATADAS	87
6.2.2. LOCALIZAÇÕES PREVISTAS PARA AS DESCARGAS NO MAR	88
6.2.3. ZONAS SENSÍVEIS A PROTEGER	90
6.3. ALTERNATIVAS GLOBAIS PROPOSTAS	91
6.4. DIMENSIONAMENTO DOS EMISSÁRIOS SUBMARINOS	93
6.4.1. CARGAS POLUENTES A TER EM CONSIDERAÇÃO	93
6.4.2. DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO DOS EMISSÁRIOS.....	93
6.4.3. DESCRIÇÃO SUCINTA DO SOFTWARE UTILIZADO PARA O CÁLCULO DOS EFLUENTES	94
6.4.4. DILUIÇÃO DOS EFLUENTES	94
6.5. DIMENSIONAMENTO DAS CONDUTAS DE TRANSPORTE DE EFLUENTES.....	98
6.5.1. OPTIMIZAÇÃO ECONÓMICA DO DIÂMETRO DAS CONDUTAS	98

6.5.2. RESULTADOS DO DIMENSIONAMENTO.....	98
6.6. COMPARAÇÃO TÉCNICO-ECONÓMICA DAS ALTERNATIVAS	99
6.6.1. CUSTOS DE INVESTIMENTO E DE EXPLORAÇÃO.....	99
6.6.2. COMPARAÇÃO DOS ASPECTOS TRATAMENTO / DESCARGA.....	101
6.6.3. CUSTOS DE INVESTIMENTO.....	102
6.7. TRATAMENTO DAS LAMAS DAS ETAR.....	102
6.8. ESCOLHA DE UMA ALTERNATIVA.....	105
6.9. CUSTOS DE ALTERNATIVA GLOBAL PROPOSTA	105
7. APRESENTAÇÃO DAS REDES DE SANEAMENTO.....	107
7.1. CONCEPÇÃO GERAL.....	107
7.2. CRITÉRIOS DE INTERVENÇÃO	111
7.2.1. ESCOAMENTO GRAVÍTICO – CRITÉRIOS DE PROJECTO.....	111
7.2.2. SISTEMAS DE SANEAMENTO POR VÁCUO	129
7.2.3. DESCARREGADORES DE TEMPESTADES	132
7.2.4. TÉCNICAS DE REABILITAÇÃO SEM ABERTURA DE VALA	134
7.2.5. ESTIMATIVA DO CUSTO DE INTERVENÇÃO NAS REDES.....	136
7.3. INTERVENÇÕES PREVISTAS NAS REDES DE ÁGUAS RESIDUAIS E PLUVIAIS.....	138
7.3.1. INTERVENÇÕES PREVISTAS PARA A FASE 1.....	140
7.3.2. INTERVENÇÕES PREVISTAS PARA A FASE 2.....	141
7.3.3. INTERVENÇÕES PREVISTAS PARA A FASE 3.....	141
8. REORDENAMENTO SEDIMENTOLÓGICO DA BAÍA DE LUANDA.....	143
8.1. A NECESSIDADE DE UM REORDENAMENTO	143
8.2. EVOLUÇÕES CONSTANTES	143
8.3. ORIGEM DOS MOVIMENTOS.....	144
8.4. CORRENTES E SEDIMENTOS	144
8.5. SOLUÇÕES POSSÍVEIS PARA O REORDENAMENTO DA BAÍA DE LUANDA.....	145
8.6. ESTIMATIVA DE CUSTOS PARA O REORDENAMENTO SEDIMENTOLÓGICO DA BAÍA	146
9. FASEAMENTO E DEFINIÇÃO DE UMA PRIMEIRA FASE DE TRABALHOS	148
9.1. FASEAMENTO	148
9.1.1. DEFINIÇÃO DAS FASES	148
9.1.2. COMENTÁRIOS PARTICULARES.....	149
9.1.3. CUSTOS DAS FASES	150
9.2. PRIMEIRO GRUPO DE OBRAS.....	150
9.2.1. DEPURAÇÃO – TRANSFERÊNCIA – DESCARGA	150
9.2.2. REDES DE COLECTA	150
9.2.3. CUSTOS DA PRIMEIRA FASE DE TRABALHOS.....	152
DESENHOS.....	1

QUADRO 1 - PRINCIPAIS INDICADORES DE SAÚDE PÚBLICA ANGOLANA	2
QUADRO 2 - EVOLUÇÃO CRONOLÓGICA DAS PRINCIPAIS DOENÇAS EPIDEMIOLÓGICA (FONTE DPS-LUANDA, DADOS RELATIVOS A LUANDA)	7
QUADRO 3 - INVENTÁRIO DAS PRINCIPAIS UNIDADES DE SAÚDE DA ÁREA DE LUANDA	8
QUADRO 4 - MUNICÍPIOS INCLUÍDOS NO PRESENTE ESTUDO	24
QUADRO 5 - ESTIMATIVA GLOBAL DA EVOLUÇÃO POPULACIONAL	26
QUADRO 6 - VENTOS AO LARGO DE LUANDA	35
QUADRO 7 - FUNDOS FORA DA BAIÁ DO MUSSULO	37
QUADRO 8 - FUNDOS AO LONGO DA COSTA ATLÂNTICA DE LUANDA	37
QUADRO 9 - NIVEIS MÉDIOS DE MARÉS EM LUANDA	38
QUADRO 10 - CORRENTES AO LARGO DE LUANDA	39
QUADRO 11 - VALORES RETIDOS PARA AS CORRENTES	40
QUADRO 12 - TEMPERATURA E SALINIDADE DA ÁGUA DO MAR AO LARGO DE ANGOLA	40
QUADRO 13 - VALORES CONSIDERADOS PARA TEMPERATURA, SALINIDADE E DENSIDADE	40
QUADRO 14 - CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO ASSOCIADOS À ONDULAÇÃO	41
QUADRO 15 - LIMITES PARA A CLASSIFICAÇÃO DAS ÁGUAS BALNEARES (EM % DAS AMOSTRAS)	42
QUADRO 16 - CLASSIFICAÇÃO ACTUAL DAS ÁGUAS BALNEARES (EM % DAS AMOSTRAS)	43
QUADRO 17 - CLASSIFICAÇÃO DA APTIDÃO DO SOLO PARA IMPLEMENTAÇÃO DE SANEAMENTO AUTÓNOMO INDIVIDUAL	55
QUADRO 18 - RESULTADOS DAS ANÁLISES DAS ÁGUAS RESIDUAIS PARA O PONTO DE RECOLHA Nº 1	70
QUADRO 19 - RESULTADOS DAS ANÁLISES DAS ÁGUAS RESIDUAIS PARA O PONTO DE RECOLHA Nº 2	71
QUADRO 20 - RESULTADOS DAS ANÁLISES DAS ÁGUAS RESIDUAIS PARA O PONTO DE RECOLHA Nº 3	71
QUADRO 21 - RÁCIOS DOS FLUXOS POLUENTES POR HABITANTE	72
QUADRO 22 - CARGAS HIDRÁULICAS E POLUENTES DOMÉSTICOS NA ZONA DE RECOLHA DO CENTRO DA CIDADE	72
QUADRO 23 - CARGAS HIDRÁULICAS E POLUENTES DOMÉSTICOS NA ZONA DE RECOLHA NORTE	73
QUADRO 24 - CARGAS HIDRÁULICAS E POLUENTES DOMÉSTICOS NA ZONA DE RECOLHA SUL	73
QUADRO 25 - CARGAS HIDRÁULICAS E POLUENTES DOMÉSTICOS NA ZONA DE RECOLHA NOVA CIDADE	73
QUADRO 26 - QUALIDADE DAS ÁGUAS INDUSTRIAIS QUE CHEGAM A UMA ETAR, DE ACORDO COM O DECRETO DE 2 DE FEVEREIRO DE 1998	74
QUADRO 27 - AVALIAÇÃO DAS CARGAS HIDRÁULICAS E POLUENTES INDUSTRIAIS DESCARREGADOS NAS ETAR	75
QUADRO 28 - CARGAS HIDRÁULICAS E POLUENTES TOTAIS NA ZONA DE RECOLHA CENTRO DA CIDADE	75
QUADRO 29 - CARGAS HIDRÁULICAS E POLUENTES TOTAIS PARA A ZONA DE RECOLHA NORTE	75
QUADRO 30 - CARGAS HIDRÁULICAS E POLUENTES TOTAIS NA ZONA DE RECOLHA SUL	76
QUADRO 31 - CARGAS HIDRÁULICAS E POLUENTES TOTAIS NA ZONA DE RECOLHA NOVA CIDADE	76
QUADRO 32 - ZONA DE RECOLHA NORTE – ETAR LUANDA NORTE	95
QUADRO 33 - ZONA DE RECOLHA SUL – ALTERNATIVA 1 – DESCARGA SAMBA PEQUENA	95
QUADRO 34 - ZONA DE RECOLHA SUL + NOVA CIDADE – ALTERNATIVA 2 – DESCARGA SAMBA PEQUENA	96
QUADRO 35 - ZONA DE RECOLHA NOVA CIDADE – ALTERNATIVA 1 – DESCARGA PALMEIRINHAS	97
QUADRO 36 - ZONA DE RECOLHA SUL + NOVA CIDADE – ALTERNATIVA 3 – DESCARGA PALMEIRINHAS	97
QUADRO 37 - TRANSPORTE : DIÂMETRO DOS COLECTORES E POTÊNCIA DAS ESTAÇÕES DE BOMBAGEM	99
QUADRO 38 - CUSTOS DE INVESTIMENTO DAS ETAR EM FUNÇÃO DO TIPO DE TRATAMENTO	101
QUADRO 39 - CUSTOS DE INVESTIMENTO DOS EMISSÁRIOS EM FUNÇÃO DO TIPO DE TRATAMENTO	101
QUADRO 40 - CUSTOS DE INVESTIMENTO POR ALTERNATIVA	102
QUADRO 41 - PRODUÇÃO DE LAMAS POR ETAR	102
QUADRO 42 - VOLUMES DE LAMAS EM CADA ETAR	104
QUADRO 43 - CUSTOS DE INVESTIMENTO E DE EXPLORAÇÃO DA ALTERNATIVA PRECONISADA	105
QUADRO 44 - PERÍODOS DE RETORNO PROPOSTOS	109

QUADRO 45 - FREQUÊNCIAS RECOMENDADAS PARA O PROJECTO (NP EN 752-4)	110
QUADRO 46 - VALORES DOS COEFICIENTES C DA FÓRMULA RACIONAL	114
QUADRO 47 - VALORES DOS COEFICIENTES C DA FÓRMULA RACIONAL (NPEN 752).....	114
QUADRO 48 - COEFICIENTE DE ESCOAMENTO C CONFORME A URBANIZAÇÃO	114
QUADRO 49 - PARÂMETROS «A» E «B» DAS CURVAS “I-D-F”	115
QUADRO 50 - INTENSIDADE DE PRECIPITAÇÃO PARA VÁRIOS PERÍODOS DE RETORNO (MM/H)	116
QUADRO 51 - NÚMEROS DE ESCOAMENTO (CN) PARA ZONAS URBANAS (SCS) VALOR MÉDIO DE AMC (CONDIÇÕES ANTECEDENTES DE HUMIDADE)	120
QUADRO 52 - CUSTOS DE INVESTIMENTOS DE CADA FASE DE TRABALHOS	150
QUADRO 53 - CUSTOS DE INVESTIMENTOS DA PRIMEIRA FASE DE TRABALHOS	152

LISTA DE FIGURAS

FIGURA Nº 1 - EVOLUÇÃO EPIDEMIOLÓGICA DA MALÁRIA (FONTE OMS, DADOS DE TODO O TERRITÓRIO ANGOLANO).....	5
FIGURA Nº 2 - EVOLUÇÃO EPIDEMIOLÓGICA DA CÓLERA (FONTE OMS, DADOS DE TODO O TERRITÓRIO ANGOLANO)	6
FIGURA Nº 3 - EVOLUÇÃO EPIDEMIOLÓGICA DA CÓLERA (FONTE OMS, DADOS DE TODO O TERRITÓRIO ANGOLANO, ENTRE 3-FEV E 6-AGO)	6
FIGURA Nº 4 - EVOLUÇÃO EPIDEMIOLÓGICA DA CÓLERA (FONTE MÉDICOS SEM FRONTEIRAS, DADOS RELATIVOS A LUANDA)	7
FIGURA Nº 5 - EVOLUÇÃO DA OCUPAÇÃO TERRITORIAL	10
FIGURA Nº 6 - DISTRIBUIÇÃO DA ACTIVIDADE INDUSTRIAL E TURÍSTICA	12
FIGURA Nº 7 - PRINCIPAIS EIXOS RODOVIÁRIOS	13
FIGURA Nº 8 - PONTOS CRÍTICOS NA BACIA DA BAÍA DE LUANDA	19
FIGURA Nº 9 - ZONAS DE COLECTA DE CADA UMA DAS ETAR PREVISTAS.....	27
FIGURA Nº 10 - EIXOS EM CONSTRUÇÃO OU REMODELAÇÃO	29
FIGURA Nº 11 - DISTRIBUIÇÃO DE INTENSIDADE E DIRECÇÃO DOS VENTOS.....	36
FIGURA Nº 12 - VARIAÇÃO DAS CORRENTES DE ACORDO COM A PROFUNDIDADE	39
FIGURA Nº 13 - DISTRIBUIÇÃO MENSAL DAS ALTURAS DE ONDA.....	41
FIGURA Nº 14 - RELAÇÕES ESTRATIGRÁFICAS DAS FORMAÇÕES DA REGIÃO DE LUANDA.....	45
FIGURA Nº 15 - CARTA GEOLÓGICA DE LUANDA.....	47
FIGURA Nº 16 - CARTA DE DECLIVES.....	48
FIGURA Nº 17 - CARTA DE PROFUNDIDADE DO SUBSTRATO ROCHOSO	49
FIGURA Nº 18 - CARTA DE NÍVEL FREÁTICO	50
FIGURA Nº 19 - IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA A QUE SE REFERE O ESTUDO.....	51
FIGURA Nº 20 - ESQUEMA DOS ENSAIOS REALIZADOS	52
FIGURA Nº 21 - IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS DE ENSAIO	52
FIGURA Nº 22 - RESULTADOS DOS ENSAIOS	53
FIGURA Nº 23 - CARTA DE PERMEABILIDADE DO SOLO	53
FIGURA Nº 24 - PONTOS DE AMOSTRAGEM DAS ÁGUAS RESIDUAIS.....	70
FIGURA Nº 25 - DIFERENTES TIPOS USUAIS DE DESCARGA EM MEIO MARINHO	88

LISTA DE DESENHOS

Desenho	Título
1	Área de estudo
2	Documentos de base - Intervenções previstas pelo GRN
3	Documentos de base - Plano director de abastecimento de água
4	Situação actual do saneamento - folha 1 - Centro de Luanda
5	Situação actual do saneamento - folha 2 - Grande Luanda
6	Sistemas de abastecimento de água existentes e previstos
7	Batimetria do meio marítimo
8	Locais de amostragem e descarga no meio receptor
9	Aptidão dos solos para saneamento individual
10	Zonamento dos modos de saneamento ao horizonte 2025 - folha 1 - Centro de Luanda
11	Zonamento dos modos de saneamento - folha 2 - Grande Luanda
12	Localização das principais indústrias
13	Tratamento e descarga de efluentes - Alternativa 1
14	Tratamento e descarga de efluentes - Alternativa 2
15	Tratamento e descarga de efluentes - Alternativa 3
16	Intervenções nas linhas de água (3 folhas)
17	Rearranjo sedimentológico da baía de Luanda
18	Faseamento das intervenções
19	Primeira fase – primeiro grupo de obras - folha 1 - Tratamento, transporte e descarga
20	Primeira fase – primeiro grupo de obras - folha 2 – Rede de interceptores e áreas de colecta

LISTA DE ABREVIATURAS

AP	ÁGUAS PLUVIAIS
AR	ÁGUAS RESIDUAIS DOMÉSTICAS E EQUIVALENTES ¹⁾
CBO	CARÊNCIA BIOQUÍMICA DE OXIGÉNIO
CIPP	CURED IN PLACE PIPE
CQO	CARÊNCIA QUÍMICA DE OXIGÉNIO
DN	DIÂMETRO NOMINAL
EDURB	EMPRESA DE DESENVOLVIMENTO URBANO
ELISAL	EMPRESA DE LIMPEZA E SANEAMENTO DE LUANDA
EN	NORMA EUROPEIA
EPAL	EMPRESA PÚBLICA DE ÁGUAS DE LUANDA
ETA	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA
ETAR	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS
GPL	GOVERNO PROVINCIAL DE LUANDA
GRN	GABINETE DE RECONSTRUÇÃO NACIONAL
HEC	HYDROLOGIC ENGINEERING CENTER
HMS	HYDROLOGIC MODELING CENTER
IDF	INTENSIDADE-DURAÇÃO-FREQUÊNCIA
MV	MATÉRIAS VOLÁTEIS
NP	NORMA PORTUGUESA
OMS	ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE
ONG	ORGANIZAÇÕES NÃO GOVERNAMENTAIS
PB	PIPE BURSTING
PDF	PRECIPITAÇÃO-DURAÇÃO-FREQUÊNCIA
PE	POLIETILENO
PEAD	POLIETILENO DE ALTA DENSIDADE
PP	POLIPROPILENO
PVC	POLICLORETO DE VINILO
SCS	SOIL CONSERVATION SERVICE
SIG	SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA
SS	SÓLIDOS EM SUSPENSÃO
UV	ULTRA-VIOLETA

1) – No texto a expressão águas residuais é utilizada muitas vezes como simplificação de águas residuais domésticas ou equivalentes.

OBJECTO DO ESTUDO

O consórcio SOGREAH/ COBA foi contratado pela ELISAL para realizar a Revisão do Plano Director de Saneamento de Luanda, datado de 1995.

O objectivo deste estudo é, portanto, actualizar as directrizes estabelecidas naquela altura, tendo em consideração os novos dados urbanísticos da cidade, mantendo como principal meta a obtenção de índices sanitários e ambientais modernos e adequados a uma cidade com a dimensão e a projecção de Luanda no actual contexto nacional e internacional.

O estudo incorporará as novas intervenções programadas para a cidade de Luanda, até ao ano horizonte de projecto de 2025, tentando articular as intervenções propostas com outras, também de cariz infra-estrutural tais como rede de abastecimento de água e rede viária. A revisão do Plano Director incide fundamentalmente nos sistemas colectivos de saneamento e nas questões de tratamento e de descarga dos efluentes no meio receptor, neste caso, o mar.

Como objectivos operacionais o consórcio propõe-se, na medida em que for essencial para o estudo e os dados existentes o possibilitarem, a:

- Descrever a actual situação das infra-estruturas;
- Definir uma zona de estudo compatível com ano horizonte de 2025;
- Estudar as estimativas da população até ao ano horizonte de 2025;
- Avaliar as cargas hidráulicas poluentes e estudar o meio receptor;
- Definir zonas mais adequadas para os diferentes modos de saneamento;
- Estudar e localizar as obras de tratamento necessárias;
- Estudar as principais infra-estruturas dos sistemas de drenagem de águas residuais pluviais;
- Sugerir uma linha de acção prioritária, estimando o seu custo e procedendo ao seu faseamento.

oOo

RESUMO E CONCLUSÕES

Histórico

A preparação da presente revisão do Plano Director de Saneamento de Luanda inscreve-se na sequência de vários estudos anteriores:

- O Plano Geral de Esgotos (Hidroprojecto - 1982),
- O Plano Director de Saneamento a Curto Prazo (Sogreah, 1995) e os Projectos Preliminares de Drenagem das Águas Pluviais (Sogreah, 1995) preparados no âmbito do Projecto IRE com financiamento AID-Banco Mundial,
- O Programa Prioritário de Reabilitação do Sistema Combinado de Saneamento de Luanda (Sogreah-Coba, 2001-2002) com financiamento do Governo Provincial de Luanda.

Hipóteses de Planeamento Urbano

Os documentos de planeamento urbano utilizados na revisão do Plano Director de Saneamento de Luanda foram o Plano Director de Abastecimento de Água Potável, encomendado em 2005 pela EPAL (sob tutela do Ministério de Energia e Águas) e o documento de Repartição Territorial das Intervenções preparado pelo Gabinete de Reconstrução Nacional (GRN), datado de 2007.

O horizonte retido para o planeamento é o do ano 2025.

O âmbito geográfico do estudo corresponde à Grande Luanda (ou Área Metropolitana de Luanda) que atinge os Rio Bengo, a Norte, e Kwanza, a Sul.

A população actual estimada é de cerca de 5,8 milhões de habitantes devendo atingir 13 milhões de habitantes no horizonte de 2025. A esta evolução demográfica correspondem as seguintes taxas anuais de crescimento : 6% de 2007 a 2010, 5% de 2010 a 2015, e 4 % de 2015 a 2025.

O Plano Director assentou numa taxa de ligação a longo prazo à rede de esgotos de 100% da população.

Situação actual do saneamento a Luanda

Os sistemas de saneamento actualmente existentes em Luanda podem ser caracterizados da seguinte forma:

- Uma rede de saneamento combinada (ou unitária), de perto de 150 km de colectores, drenando as águas residuais e pluviais do centro da cidade. A rede inserida na área do centro da cidade que se insere na bacia hidrográfica que drena para a baía de Luanda, é interceptada a jusante pelo colector que se desenvolve ao longo da Avenida 4 de Fevereiro,

sendo os efluentes interceptados descarregadas no mar através do emissário submarino da Ilha do Cabo.

- Redes separativas, existentes ou previstas, em vários bairros da cidade, principalmente em Projectos de Reconstrução no âmbito da acção do GRN, no Cacucaco, em Viana e em Luanda Sul, dotados de redes que em geral descarregam nas valas e nas linhas de água que atravessam a Área Metropolitana da Cidade.
- Existe algumas estações de tratamento de água residuais: cinco unidades estão actualmente em execução, com capacidades muito limitadas, no total estimadas, apenas, na ordem de 15 000 à 50 000 habitantes-equivalentes.
- Uma rede de drenagem das águas pluviais, a céu aberto, constituída pelas valas e pelas linhas de água existentes, com operações de reabilitação ou modernização previstas ou em curso,
- Sistemas de saneamento individuais em bairros de baixo nível económico.

Meio Receptor

O mar aberto é o meio escolhido como destino final dos efluentes.

As Baías de Luanda e do Mussulo são zonas sensíveis a recuperar e proteger: não podendo ser considerados “meio receptor”.

Os rios Kwanza e Bengo, no sul e a norte da cidade, também não podem ser considerados “meio receptor” já que são utilizados como origem de água para o abastecimento das populações e para a agricultura. As valas e linhas de água em zona urbana também não podem ser considerados “meio receptor”: atravessam zonas habitadas e descarregam no mar em zonas sensíveis

O objectivo de qualidade retido para a água do meio marinho corresponde à utilização balnear das praias: Praias do Mussulo, Ilha do Cabo e baía do Cacucaco.

O padrão de referência proposto é o da Directiva Europeia 2006/7/CE do 15 Fevereiro de 2006.

Melhoramento das condições de sedimentação na Baía de Luanda

O fenómeno actual de sedimentação na baía de Luanda, relacionado com uma insuficiente circulação de água, traduz-se por uma provável contaminação dos sedimentos.

Em consonância com o objectivo do Plano Director em interceptar a poluição antes da sua descarga na baía, é altamente recomendado tomar medidas para restabelecer a circulação de água na baía de Luanda, com objectivo de reduzir as incidências da poluição crónica e de uma possível poluição accidental.

A operação consistiria na reabertura da circulação da água do mar através da lagoa da Chicala, através da concretização das seguintes obras:

- Abertura de um canal um canal dragado (mensalmente) entre Samba Pequena, Chicala e a Baía, de uma largura indicativa de 30 metros,
- Substituir a « ponte » actual por uma verdadeira ponte com um vão suficientemente grande.

Locais de descarga dos efluentes tratados no mar

Tendo em conta as condições de batimetria e de correntes marítimas, três emissários submarinos são possíveis, para além do emissário actual que será mantido:

- Na baía do Cacuaco, a Norte
- Ao largo da Samba Pequena, a Sul
- No istmo da península do Mussulo (Palmeirinhas), na extremidade Sul

A travessia da baía e da península do Mussulo por um emissário com rejeição final do lado do mar aberto é excluída por razões técnicas

O comprimento de cada emissário submarino deverá ser dimensionado para atingir uma profundidade que assegure a auto depuração pelo meio marinho por forma a evitar o retorno à costa da poluição bacteriológica, tendo em vista atingir o critério de qualidade corresponde à utilização balnear das praias.

Níveis de tratamento das águas residuais

Antes da descarga no mar através de emissários é necessário um tratamento primário pelas seguintes razões:

- Critério ecológico: eliminação em grande parte das matérias em suspensão presentes nas águas residuais que são prejudiciais ao equilíbrio da flora e fauna dos fundos marinhos,
- Critério estético: eliminação da mancha de óleo na vertical do ponto de rejeição, eventualmente visível a partir da costa.

O tratamento secundário poderá eventualmente ser considerado para reduzir o comprimento do emissário, em função das condições batimétricas locais.

O tratamento terciário (com desinfecção) pode ser uma opção interessante para uma parte dos efluentes na bacia de Luanda Sul tendo em vista a sua reutilização para a rega do campo de golfe e dos espaços verdes.

Modalidades de saneamento

O modo de saneamento separativo é preconizado para a totalidade da zona de serviço a longo prazo, tendo em conta o elevado nível de qualidade a atingir no meio receptor.

O modo separativo apresenta uma vantagem determinante: permitir um melhor controlo da poluição descarregada no meio ambiente, em comparação com o modo de saneamento combinado, em que uma parte da poluição é necessariamente descarregada no meio ambiente durante os episódios pluviais.

No caso do sistema separativo, não obstante, tem que mencionar-se o custo importante associado à construção de uma segunda rede.

O modo de saneamento por vácuo é uma opção interessante em áreas de topografia muito plana e caracterizadas por grandes variações de caudal de águas residuais (por exemplo zonas de recreio frequentada ao fim de semana), como é o caso das zonas turísticas actuais e futuras: Ilha do Cabo, Mussulo, Chicala e zona do actual Porto de Luanda, se houver reconversão.

Sistemas individuais de saneamento podem ser utilizados, transitoriamente, nas zonas sem ou com pouca estruturação urbana e de baixo nível económico. A longo prazo, à medida da generalização da estruturação do espaço urbano nestas zonas, o modo de saneamento colectivo através de sistema separativo será também aplicado.

Finalmente, a reestruturação e a modernização das valas que constituem a saída das redes pluviais existentes na zona urbana da cidade é necessária para assegurar um drenagem das águas pluviais. As varias operações actualmente em curso inscrevem-se neste quadro.

O período de retorno preconizado para o dimensionamento hidráulico dos sistemas de drenagem e de 10 anos para as linhas de água principais, de 5 anos para os colectores principais, e de 2 anos para os colectores secundários e terciários.

Síntese das orientações técnicas propostas

- O saneamento de tipo separativo é recomendado nos novos espaços urbanos.
- Em espaços já habitados:
 - Reconversão para rede separativa, onde existe rede unitária: reabilitação da rede unitária para águas residuais (onde possível), construção de uma nova rede de águas pluviais;
 - Soluções individuais transitórias em zonas desfavorecidas;
 - A longo prazo, redes separativa em todas as áreas habitadas.
- Construção de estações de tratamento primário dos efluentes e redes principais de colecta associadas a três novos emissários de descarga no mar respectivamente na baía do Cacuaco, na Samba pequena, e nas Palmerinhas.
- Intervenções nas linhas de águas principais:
 - Desobstrução das mesmas e redimensionamento adequado de secções e perfis, onde necessário;
 - Construção de interceptores de águas residuais.
 - O esquema proposto, com três pontos de descarga no mar dos efluentes tratados, apresenta uma maior flexibilidade de realização pela sua adaptabilidade à evolução real da urbanização de Luanda.

Primeira fase de realização

A primeira fase de realização proposta será constituída pelas acções descritas no quadro seguinte onde, também, se apresenta uma avaliação preliminar do custo de construção em milhões de US dólares.

Construção de uma rede separativa na zona de colecta do emissário da Chicala, aprox. equivalente à bacia da baía de Luanda, em aprox. 7km ² .	80
Reabilitação e extensão da rede de esgotos e da rede pluvial a outras bacias, em aprox. 200 km ² .	1 330
Intervenções nas linhas de água principais, compreendendo reperfilamento pontual e desobstrução generalizada, na zona de colecta norte e sul; interceptores de águas residuais, na zona de colecta sul.	1 235
Estação de tratamento de Luanda Sul 650000 m ³ /dia em tempo seco, 3 500 000 hab. eq.	350
Emissário de transferência terrestre de Luanda Sul – Samba Diâmetro 2 300 mm, comprimento 14 km, e estação de bombagem associada, 2 500 kW	45
Emissário submarino da Samba Diâmetro 2300 mm, comprimento 5 km	220
Custo indicativo total em milhões USD	3 260

Coordenação com outras obras de reabilitação do meio urbano

Dados os incómodos para a população e a circulação automóvel que vão ser provocados pelas obras de saneamento, recomenda-se que se encare a possibilidade de, em simultâneo, realizar obras de reabilitação da rede viária, melhoramento de equipamentos urbanos e proceder à reabilitação / renovação de outras redes de outras redes enterradas.

Uma opção tecnológica interessante é a utilização de tecnologias de reabilitação ou colocação de colectores sem escavação (“trenchless”), aplicável, a primeira, no caso de redes em mau estado que necessitem de reabilitação e a segunda, no que concerne a colocação de novos colectores, em zonas de fortes estrangimentos urbanos para abertura de vala.

Proposta para implementação do projecto

Para um projecto de grande dimensão e complexidade em termos técnicos, económicos e sociais, é fortemente recomendada a criação de uma Célula de Implementação do Plano Director, que teria as seguintes atribuições:

- Planear as actividades,
- Assegurar os meios financeiros,
- Reserva/aquisição de terreno para implantação das obras,
- Contratar e gerir os estudos técnicos e empreitadas necessárias: levantamentos topográficos, investigações geotécnicas, estudos detalhados e supervisão da construção, e finalmente, a construção.

- Enquadrar os procedimentos de exploração dos sistemas, com possível recurso ao sector privado

Essa estrutura devera ser dotada de autonomia administrativa, técnica e capacidade de decisão.

oOo

INTRODUÇÃO

Nas décadas mais recentes a cidade de Luanda tem crescido num contexto com constrangimentos vários à sua normal gestão e planeamento. Como é sabido, a guerra civil pós independência, interrompida por breves anos na década de noventa, apenas terminou, de forma sustentável, em 2002.

Existe hoje uma consciência generalizada de que é necessário corrigir a evolução urbanística nas últimas décadas condicionada por factores financeiros e organizacionais decorrentes do conflito armado, que se traduziram na escassez de recursos e no aumento da pressão demográfica na cidade de Luanda.

Esta pressão, ocorreu fruto de uma migração com destino a Luanda, proveniente de todo o país, e com um pouco de maior ênfase no Norte. Nas últimas décadas, Luanda passou de cerca de quinhentos e sessenta mil habitantes em 1974, para, de acordo com o que se estima, cerca de 6 milhões de habitantes em 2007. Mesmo considerando uma redução das taxas de crescimento para níveis moderados, fruto da diminuição das migrações, em consequência da melhoria do nível sócio-económico na capital e no resto do país, estima-se que em 2025 a população atinja valores da ordem dos 13 milhões de habitantes, o que, para o actual ranking mundial de cidades, capultaria Luanda para uma das dez cidades mais populosas do globo.

Esta enquadramento populacional é extremamente pertinente na medida em que é conhecido o actual estado das infra-estruturas de drenagem da cidade, concebido para números bem inferiores. Apesar dos esforços endividados ter-se-á que agir de forma rápida e concertada para garantir a operacionalidade da cidade.

O grande desafio para os próximos anos é acompanhar o crescimento populacional e sanar as patologias existentes que, em termos sucintos, se podem agrupar em quatro principais:

- **Recuperar as infra-estruturas existentes**, localizadas maioritariamente no centro da cidade de Luanda. O actual sistema é do tipo unitário e os colectores existentes apresentam vários problemas, salientando-se a obstrução parcial ou total dos mesmos. Estas obstruções resultam do deficiente controlo de entrada de resíduos nos colectores, nomeadamente pela inexistência de sarjetas com dispositivos que impeçam a entrada de resíduos sólidos.

- **Dotar a zona periférica de sistemas de drenagem pluvial**. A zona periférica de Luanda, sobretudo a zona Este, situa-se numa superfície com pequenos declives e, por vezes, com algumas zonas de depressão, o que origina que águas pluviais estejam estagnadas por muito tempo.

- **Dotar as zonas periféricas** com sistemas separativos, com recolha de águas residuais domésticas, em linha com o objectivo principal de atingir elevados padrões de qualidade de serviço e ambientais. A prioridade de intervenção

nestas zonas deverá ser associada à adequabilidade das mesmas serem aptas para saneamento do tipo autónomo, e estarão, naturalmente, sujeitas à existência uma organização urbanística, assim como de outras infra-estruturas básicas.

- **Proteger a baía de Luanda** dos efeitos nocivos decorrentes de descargas de águas residuais domésticas e equivalentes. Avaliar uma rede global de saneamento que proteja o meio ambiente contra lançamentos indesejados, como por exemplo no Kwanza e em linhas de água.

- Dotar a área de estudo de um conjunto de obras de **tratamento de águas residuais** que permitam encarar o lançamento destas águas no meio receptor, o mar, com os níveis de qualidade ambiental recomendados.

Ainda que não incluídas explicitamente nas obras avaliadas no presente relatório, reforçar a atribuição da maior importância às obras de protecção das barrocas, nomeadamente da Boavista-Miramar e da Samba, cujos projectos se encontram em curso, sendo alguns deles previstos no âmbito da reabilitação das vias rodoviárias destes locais.

A par da evolução económica do país, a crescente subida da importância de Angola como produtor mundial de petróleo, associada à subida dos preços deste nos últimos anos, dota o país de recursos que cabe aproveitar para a criação de estruturas que permitam um desenvolvimento sustentável e com uma proeminente função social. O crescendo dos novos recursos tem conduzido ao aumento da exigência quanto às metas a atingir. O saneamento não é excepção, pelo que os objectivos actuais das entidades públicas passam por dotar a cidade de sistemas modernos, capazes de satisfazer as exigências de uma cidade que se pretende de referência em termos continentais e até mundiais, no mais curto horizonte temporal possível.

oOo

1.

SITUAÇÃO ACTUAL DO SANEAMENTO

1.1. SITUAÇÃO SANITÁRIA

1.1.1. ENQUADRAMENTO SOCIAL

A cobertura do território Angolano, do ponto de vista estatístico e de informação disponível, é, há muitos anos, bastante deficiente. No entanto, esta situação tem vindo a alterar-se desde 2002, impulsionada pela paz no território, que permitiu uma maior e melhor movimentação de pessoas.

Esta nova realidade possibilitou a livre circulação de pessoas em todo o território nacional, facilitando o apoio às populações mais isoladas e permitindo uma noção mais realista e abrangente das questões relacionadas com a saúde pública.

Cumulativamente, a mudança político-militar do país, associada à descoberta de novos recursos petrolíferos (cuja exportação sustenta a economia Angolana), bem como o surgimento de novas técnicas de extracção dos mesmos, criaram condições para o dinamismo económico a que hoje se assiste.

As realidades descritas permitiram ao Estado Angolano direccionar mais recursos financeiros para várias áreas de interesse público, nomeadamente para a saúde pública. Assiste-se hoje à reabilitação de várias unidades hospitalares em todo o território, bem como a construção de unidades novas, como é exemplo o novo Hospital da Camama.

1.1.2. PRINCIPAIS INDICADORES

Os principais indicadores publicados pela OMS¹ em 2007, referentes ao ano de 2005, são os que se apresentam no quadro em baixo.

¹ Organização Mundial de Saúde

Quadro 1 - Principais Indicadores de Saúde Pública Angolana

Indicador		Valor
Esperança de vida à nascença (anos)	Masculino	39
	Feminino	41
Esperança de vida saudável (anos)	Masculino	32
	Feminino	35
Mortalidade infantil até 5 anos (permilagem)		260
Mortalidade, entre 5 e 60 anos (permilagem)	Masculino	583
	Feminino	583

1.1.3. DOENÇAS DE ORIGEM HÍDRICA

Tal como na generalidade dos países africanos, as doenças com origem hídrica são a principal causa de doença e, muitas vezes, de morte, em todo o território Angolano, e também na região de Luanda.

Estas doenças são infecções transmitidas ao homem pelo contacto com a água contaminada por microorganismos nocivos que necessitam hospedeiros intermediários para completar o seu desenvolvimento. As principais doenças hídricas são as que se passam a apresentar, fazendo-se também uma breve caracterização das mesmas por forma a melhor elucidar a sua relação com as condições de drenagem:

A. Febre tifóide

A febre tifóide é uma doença grave, produzida pela bactéria *Salmonella typhi*. Evolui, geralmente, num período de quatro semanas. Do momento em que a pessoa adquire a infecção até o aparecimento dos primeiros sintomas, decorrem de cinco a 23 dias (período de incubação). A fonte de infecção é o doente, desde o instante em que ingeriu os bacilos até muitos anos depois, já que os bacilos persistem em suas fezes. A febre paratifóide é mais rara que a tifóide. Produzida pela *Salmonella paratyphi* dos tipos "A", "B" ou "C", sua fonte de infecção é a mesma da febre tifóide: doentes e portadores.

A doença transmite-se pelas descargas do intestino (fezes), que contaminam as mãos, as roupas, os alimentos e a água. O bacilo tifóide é ingerido com os alimentos e a água contaminada.

B. Cólera

A cólera é uma doença causada pelo micróbio *Vibrio cholerae*, que se localiza no intestino das pessoas, provocando, nos casos graves, diarreia e vômitos intensos. Em decorrência das diarreias e dos vômitos, o indivíduo perde grande parte dos líquidos de seu organismo, ficando desidratado rapidamente. Se não for tratada logo, essa desidratação poderá levar o doente à morte em pouco tempo.

A doença é transmitida, principalmente, através da água contaminada pelas fezes e vômitos dos doentes. Também pode ser transmitida por alimentos que foram lavados com água já contaminada pelo micróbio causador da doença e não foram bem cozidos, ou pelas mãos sujas de doentes ou portadores.

C. Hepatites

A transmissão pode ocorrer através da água contaminada. Os indivíduos doentes podem transmiti-la pelas fezes, duas semanas antes até uma semana após o início da icterícia. A transmissão poderá ocorrer também pela transfusão de sangue, duas a três semanas antes e alguns dias após a icterícia.

D. Amebíase

A *Entamoeba histolytica* e a *Entamoeba coli* são parasitas minúsculos, que só podem ser vistos com auxílio do microscópio. Geralmente, fala-se de *ameba* (*Entamoeba*) sempre que há diarreias persistentes. A *Entamoeba coli* é um parasita que se localiza no intestino do homem, mas que não o prejudica e, portanto, não precisa ser tratada. A *Entamoeba histolytica* é prejudicial e precisa ser eliminada.

Os parasitas são eliminados com as fezes. Quando uma pessoa defeca, as fezes, deixadas nas valas de irrigação ou lagoas, contaminam suas águas. Num quintal pequeno, se a fossa for construída a poucos metros de distância da cisterna, as fezes contaminadas por *amebas* podem contaminar a água. Moscas e baratas, ao se alimentar de fezes de pessoas infectadas, também transmitem a parasitose a outras pessoas, defecando sobre os alimentos ou utensílios. Outra forma de transmissão é através do contato das patas sujas de fezes. Pode-se ainda contrair a *ameba* comendo frutas e verduras cruas, que foram regadas com água contaminada ou adubadas com terra misturada a fezes humanas infectadas. A *ameba* pode ficar agarrada nas verduras durante três semanas, mesmo expostas à chuva, ao frio e ao calor. Muito frequente é a contaminação pelas mãos sujas de pessoas que lidam com os alimentos.

E. Giardíase

A giardíase é causada pela *Giardia lamblia* e a criptosporidíase, pelo *Cryptosporidium parvum*. Ambos vivem nas porções altas do intestino, sendo mais frequentes em crianças.

A transmissão se faz pela ingestão de cistos, podendo o contágio efectuar-se pelo convívio directo com o indivíduo infectado, pela ingestão de alimentos e água contaminados, pelo contacto com moscas etc.

F. Gastroenterite

A gastroenterite é uma infecção do estômago e do intestino produzida principalmente por vírus ou bactérias. É responsável pela parte dos óbitos em crianças menores de um ano de idade.

A incidência da gastroenterite é maior nos locais em que não existe tratamento de água, rede de esgoto, água encanada e destino adequado para o lixo.

G. Leptospirose

É uma doença bacteriana que afecta seres humanos e animais e que pode ser fatal.

A infecção nos seres humanos é frequentemente causada por água, alimentos ou solo contaminados pela urina de animais infectados (bovinos, suínos, equinos, cães, roedores e animais selvagens) que são ingeridos ou entram em contacto com membranas mucosas ou com fissuras ou rachaduras da pele.

H. Outras

Para além das várias diarreias agudas diversas à ainda a referir os números elevados de contaminação endémica, do SIDA e do Paludismo (Malária), que são também as doenças que mais danos sociais produzem em todo o mundo.

De acordo com os dados da Organização Mundial da Saúde (ANON1.2005) indicam que a malária é a doença infecto-contagiosa tropical que mais causa problemas sociais e económicas no mundo, somente superada em número de mortes pelo SIDA.

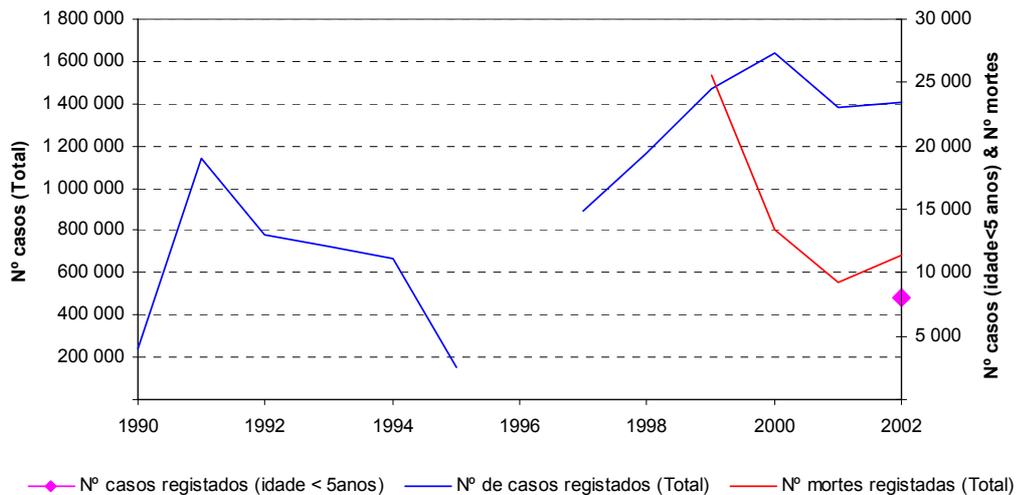
Se a primeira não tem relação alguma com questões hídricas, a segunda tem uma forte correlação com situação hídrica, tal como a Febre Amarela, uma vez que o veículo de propagação da doença, o mosquito, beneficia das más condições de sanitárias, em particular das águas estagnadas, normalmente contaminadas dejectos humanos.

1.1.4. DADOS DA OMS E ONG²

1.1.4.1. MALÁRIA

De acordo com os dados disponibilizados pela OMS, pode constatar-se que o número médio de casos ocorrido entre 1990 e 98 foi, em média, cerca de 650 mil por ano, excluindo o ano de 1991, onde se regista um pico com cerca de 1.1 milhões de casos. No período entre 98 e 2002 o número de casos foi bastante superior, resultando num valor médio 1.5 milhões de casos médios anuais, variando entre 1.2 e 1.6 milhões. Refere-se ainda que relativamente a 2002, único ano para o qual existe registo de crianças afectadas com idade inferior a 5 anos, a percentagem de casos nesta faixa da população, relativamente ao total registado, é de 34%, ou seja, cerca de um terço do número de casos totais.

² Organizações não governamentais



**Figura nº 1 - EVOLUÇÃO EPIDEMIOLÓGICA DA MALÁRIA
(FONTE OMS, DADOS DE TODO O TERRITÓRIO ANGOLANO)**

Em termos de taxa de mortalidade desta doença pode dizer-se que entre 2000 e 2002 o valor se situou próximo dos 0.8%, tendo ocorrido um valor superior em 99, no decorrer do qual 1.7% dos casos resultaram em óbitos.

1.1.4.2. CÓLERA

No que respeita à cólera, entre 1987 e 1996, de acordo com a OMS, o número de casos registado oscilou entre 16 e 1.3 mil, com tendência para diminuir. Entre 1997 e 2005 não existem registos, havendo a registar um surto grave em 2006, com cerca de 67 mil casos. O número de mortes oscilou bastante, naturalmente em função do número de casos, mas também denota uma taxa de mortalidade muito variável. Quer em períodos com menos casos registados, entre 72 e 77, quer em períodos com mais casos, a taxa foi oscilante entre valores da ordem dos 3 a 9%. Salienta-se no entanto o valor de 4%, ocorrido no ano de 2006, onde terão morrido, devido a esta doença, cerca de 2 700 pessoas, durante um dos piores surtos desta doença em território angolano.

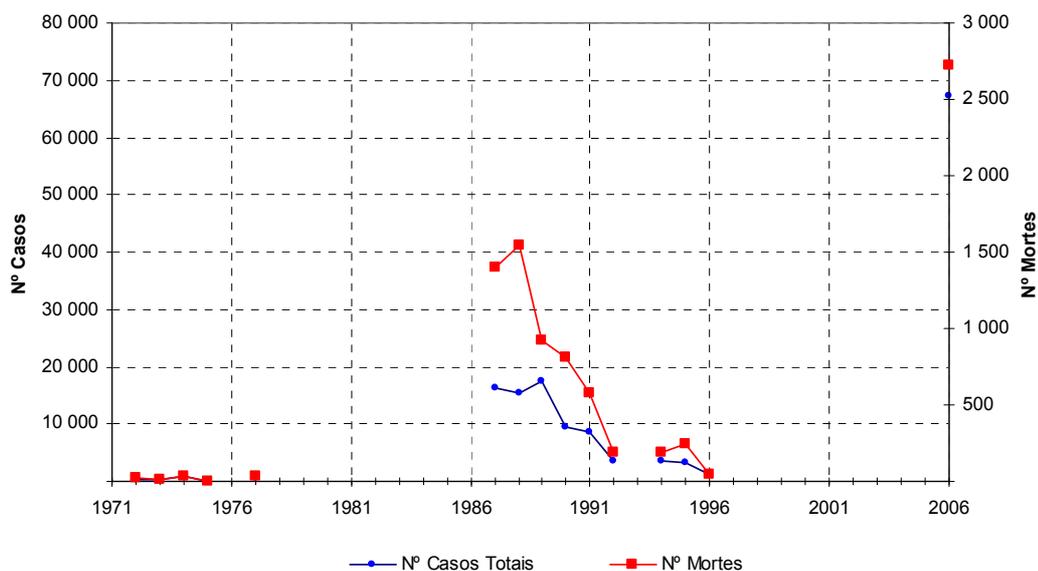


Figura nº 2 - EVOLUÇÃO EPIDEMIOLÓGICA DA CÓLERA (FONTE OMS, DADOS DE TODO O TERRITÓRIO ANGOLANO)

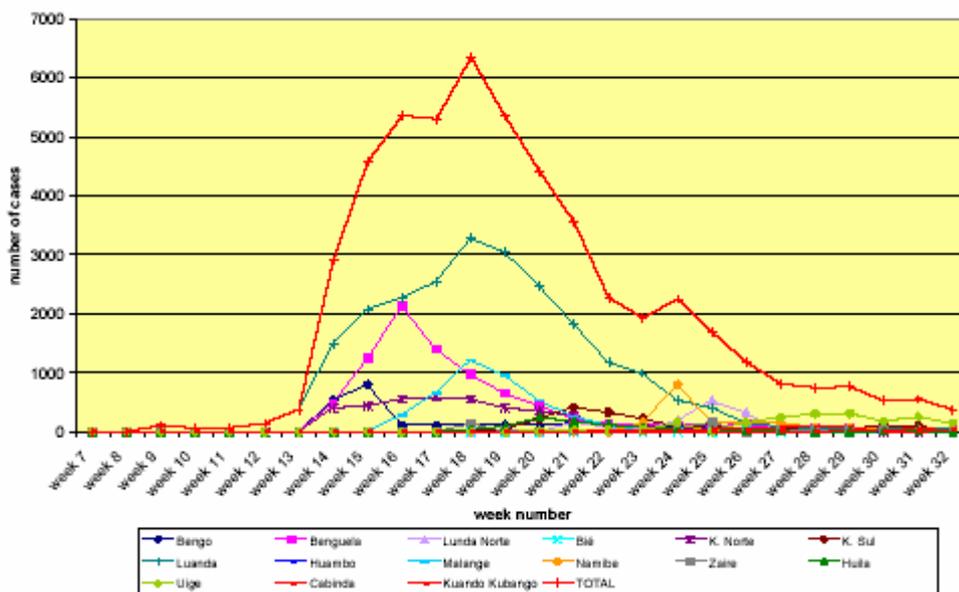


Figura nº 3 - EVOLUÇÃO EPIDEMIOLÓGICA DA CÓLERA (FONTE OMS, DADOS DE TODO O TERRITÓRIO ANGOLANO, ENTRE 3-FEV E 6-AGO)

Do gráfico apresentado pode constatar-se que as províncias de Benguela e Luanda foram as mais afectadas pelo surto de 2006, sendo que em Luanda se registaram cerca de metade dos casos totais a nível nacional.

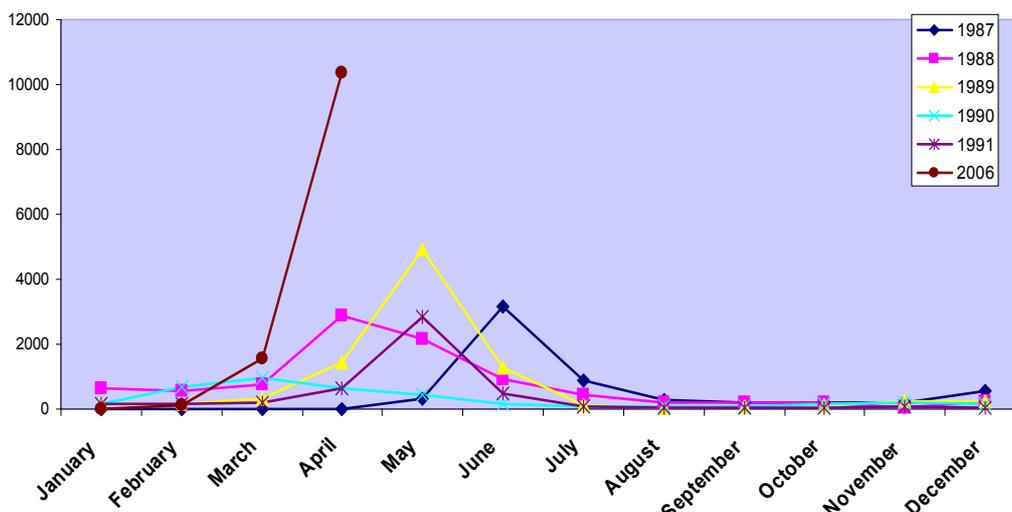


Figura nº 4 - EVOLUÇÃO EPIDEMIOLÓGICA DA CÓLERA
(FONTE MÉDICOS SEM FRONTEIRAS, DADOS RELATIVOS A LUANDA)

Importa ainda referir que os principais factores de risco da cólera são o acesso a água de boa qualidade, a existência de sistemas adequados de evacuação de águas residuais e a má nutrição crónica

1.1.5. DADOS DA DPS³ - LUANDA

A DPS de Luanda facultou para o presente estudo os valores oficiais relativos ao número de ocorrências registadas em Luanda, para as principais doenças epidemiológicas, dessas salientam-se apenas as que têm relação com a matéria do presente estudo, apresentando-se os valores no quadro em baixo.

Quadro 2 - Evolução cronológica das principais doenças epidemiológica
(fonte DPS-Luanda, dados relativos a Luanda)

Doença	Obs.	2003		2004		2005		2006	
		Casos	Óbitos	Casos	Óbitos	Casos	Óbitos	Casos	Óbitos
Cólera								24251	321
D. Diarreicas. Agudas	1)	95932	422	9634	64	71083	256	90662	217
Febre Amarela						3925	2		
Febre Tifoide		62366	56	7753	12	56897	35	64556	1
Malária		595075	2934	57604	1151	530028	1843	621176	1056

1) Valores obtidos pelo somatório as ocorrências registadas nos municípios.

Salientam-se os números elevados de cólera no período de 1987 a 89, assim como o importante surto de 2006. Como se pode constatar, o número de casos registados é próximo do apresentado por outras entidades. Salienta-se ainda que no que respeita ao surto de cólera de 2006, a taxa de mortalidade em Luanda foi bastante inferior à média nacional, tendo-se verificado ser cerca de 1%, ou seja, quatro vezes inferior à média nacional.

³ Direcção Provincial de Saúde de Luanda

1.1.6. UNIDADES DE SAÚDE

As unidades de saúde emitem, inevitavelmente, efluentes mais ou menos contaminados. O impacto desta realidade poderá ser minimizado, quer pela instalação de processos de tratamento nas próprias unidades hospitalares, quer pela correcta evacuação desses efluentes, evitando a contaminação dos locais, solos ou águas, conduzindo esses efluentes até a um destino final de tratamento.

De acordo com o cadastro das unidades de saúde (efectuado pelo consórcio RDR-ASR), apresenta-se uma lista das principais unidades de saúde da região de Luanda, incluindo os elementos disponibilizados sobre o tipo de ligação a esquemas de evacuação de águas residuais.

Quadro 3 - Inventário das principais unidades de saúde da área de Luanda

Nº ordem	Nome	Tipo	Localização		Camas	Pacien. por dia	Func.	Abastec.	Sanea.
			Rua	Município					
1	CLÍNICA MÉDICA DO EXÉRCITO (QUARTEL GENERAL)	CS	Rua Angola Bonde (Quartel General)	Maianga	54	240	24 h	E	F + R
5	CENTRO DE SAÚDE PROGRESSO (C. M. ANA PAULA)	CS	Rua Manalto Sete	Cazenga	16	160	24 h	E + Camião	F + Sum
6	CENTRO DE SAÚDE PAZ (C. M. ANA PAULA)	CS	Rua Excalaboca	Cazenga	16	160	24 h	E + Camião	F + Sum
8	CENTRO DE SAÚDE DA SIGA	CS	Rua Porto Santo	Cazenga	4	250	24 h	E	F + R
11	CENTRO DE SAÚDE KM 12	CS	Travessa Km 12 da Estrada do Cate	Viana	22	200	24 h	E + Camião	F + Sum
12 e 13	CENTRO MÉDICO DE VIANA "ANA PAULA" CENTRO DE TRATAMENTO DE CÔLERA	CS	Estrada do Calumbo – Gimba 2	Viana	33	300	24 h	E + Camião	F + Sum
16	CENTRO DE SAÚDE ILHA DO CABO (CENTRO MÉDICO DA ILHA)	CS	Rua Murtala Muhamed, Travessa da Polícia	Ingombotas	?	150	24 h	E + Camião	F + Baía
17	CENTRO DE SAÚDE DA SAMBA	CS	Rua da Samba	Samba	35	220	24 h	E	F + Mar
22	CENTRO DE SAÚDE BOA VISTA (CENTRO MÉDICO ANA PAULA)	CS	Rua Quima Kienda	Ingombotas	7	240	24 h	Camião	F + Baía
23	CENTRO DE SAÚDE DO PALANCA	CS	Travessa da ria B	Kilamba Kiaxi	6	200	24 h	E	F + R
25	CENTRO DE SAÚDE DR. ANTÓNIO AGOSTINHO NETO	CS	Rua da Igreja Kibanguista	Sambizanga	32	450	24 h	E + Camião	F + Sum
26	CENTRO DE SAÚDE ASA BRANCA	CS	Rua 5a. Avenida	Cazenga	30	300	24 h	E + Camião	F + R
27	CENTRO DE SAÚDE BAIRRO OPERÁRIO	CS	Rua F Bairro Operário	Sambizanga	4	250	24 h	E	F + R
28	CENTRO DE SAÚDE DE CACUACO	CS	?	Cacuaco	30	300	24 h	E + Camião	F + Sum
29	CENTRO DE SAÚDE TERRA NOVA	CS	?	Rangel	16	300	24 h	E	F + R
30	CENTRO DE SAÚDE SAMBIZANGA	CS	Rua 12 de Julho	Sambizanga	4	500	24 h	E	F + R
32	CENTRO DE SAÚDE DO ZANGADO	CS	Rua da Brigada	Rangel	?	150	9 h	E	F + Baía
33	CLÍNICA DE HEMODIALISE (INTERIOR DO HOSPITAL AMÉRICO BOA VIDA)	CS	Avenida Brasil	Rangel	28	199	15.5 h	E	F + R
35 e 36	HOSPITAL AMÉRICO BOA VIDA E CENTRO DE SAÚDE ESPERANÇA	H	Avenida São Paulo	Prenda	510	?	24 h	E	F + R
37 e 38	HOSPITAL DO PRENDA E CENTRO DE SAÚDE DO PRENDA	HG+CS	Rua do Hospital	Prenda	60	?	24 h	E	F + R
39	HOSPITAL GERAL CAJUEIROS	HG	Rua Angola Bonde (Quartel General)	Cazenga	122	250	24 h	E	F + R
40	HOSPITAL MILITAR	HG	Rua Kuame Kurumam	Maianga	?	?	24 h	E	F + R
41	HOSPITAL NEVES BENDINHA	HG		Kilamba Kiaxi	77	?	24 h	E	F + R
42	HOSPITAL PSIQUIÁTRICO	HG	Rua Revolução de Outubro	Ingombotas	150	?	24 h	E	F + R
43 e 44	MATERNIDADE DO GOLFE E CENTRO DE SAÚDE KILAMBA KIXI	H	Rua do Largo do Avakumbe	Kilamba Kiaxi	110	?	24 h	E	F + R
45	MATERNIDADE A. N'GANGULA	H							
46	HOSPITAL JOSINAL MACHEL	H	Avenida do 1.º Congresso	Ingombotas	418	?	24 h	E	F + R
47	HOSPITAL PEDIÁTRICO	H			48	300	24 h	E	F + R
48	CENTRO DE SAÚDE HOJI YA HENDA	CS		Cazenga	29	200	24 h	E	F + R
49	HOSPITAL REGIONAL DE LUANDA	H	Estrada da Camama	Kilamba Kiaxi	136	20 (?)	24 h	E	F + R
50	CENTRO DE SAÚDE KASSEQUEL (MATERNIDADE KASSEQUEL)	CS		Maianga	13	350	24 h	E	F + R
51	CENTRO DE SAÚDE RANGEL	CS		Rangel	?	250	24 h	E	F + R
52	MATERNIDADE LUCRÉCIA PAIM	HG		Ingombotas	70	?	24 h	E	F + R
54	HOSPITAL SANATÓRIO	CS		Kilamba Kiaxi	250	-	24 h	E	F + R
56	CENTRO DE SAÚDE ESPÍRITO SANTO	CS	Rua da Liberdade	Rangel	33	150	24 h	E	F + R
68	CLÍNICA PRIVADA ALVALADE	CS	Rua do Alvalade	Ingombotas	22	200	24 h	E	F + R
69	CLÍNICA MULTIPERFIL	Clín.	Morro Bento		78	240	24 h	E	F + R
80	CLÍNICA SAGRADA ESPERANÇA	CS	Rua Murtala Muhamed	Ingombotas	112	?	24 h	E	F + R

Fonte: ELISAL - "Elaboração de Estratégias para Gestão e Proposta para Implementação de Política de Resíduos Especiais - Resíduos de Serviços de Saúde - RSS" - CONSÓRCIO RDR – ASM

1.1.7. PRINCIPAIS PROBLEMAS AMBIENTAIS DA ORLA COSTEIRA

As consequências da ausência de sistemas de drenagem adequados são sempre visíveis quer na própria área interessada, quer na área a jusante. Neste caso o meio receptor da zona de estudo é o mar, pelo que cabe apresentar um inventário de problemas dos quais esta padece. Este inventário foi extraído do "Plano director de melhoria ambiental da costa Angolana".

Na cidade consolidada:

- Poluição das águas marinhas;
- Poluição atmosférica;
- Contaminação do solo;
- Contaminação de sedimentos na baía de Luanda.

Na envolvente da cidade consolidada:

- Poluição das águas doces superficiais e subterrâneas;
- Contaminação do solo;
- Erosão.

Na frente marítima da cidade:

- Erosão;
- Contaminação de solos;
- Contaminação de sedimentos;
- Poluição das águas marinhas;
- Poluição atmosférica;
- Destruição de ecossistemas com interesse conservacionista.

Na península do Mussulo e entre o Morro da Cruz e a Foz do Kwanza :

- Erosão;
- Destruição de ecossistema com interesse conservacionista.

Entre o Morro do Cacuaco e a Foz do Dande :

- Poluição das águas superficiais;
- Contaminação do solo;
- Poluição das águas marinhas.

1.2. OCUPAÇÃO ACTUAL DO TERRITÓRIO

A área do actual estudo tem cerca de 1900 km², e representa a área que se prevê ser ocupada urbanamente, até ao ano horizonte de 2025, onde as estimativas apontam para cerca de 13 milhões de habitantes.

A. ÁREA OCUPADA

A área ocupada no início dos anos 80, era cerca de 165km². No início dos anos 90, cerca de 300km². No início de 2000, cerca de 485km². Ou seja, em cerca de vinte anos a área ocupada triplicou.

Os projectos em curso pelo Gabinete de Reconstrução Nacional, abrangem, dentro da área de estudo, um total de cerca de 1300km². Este valor engloba as áreas ocupadas pelo novo aeroporto (100km²), pelo pólo industrial (55km²) e comercial de Viana (30km²), a nova cimenteira (25km²), a nova cidade do Cacuaco (35km²), a área de reserva agrícola de Kikuxi (200km²), assim como todas as urbanizações previstas (algumas delas já em curso de obra ou projecto).

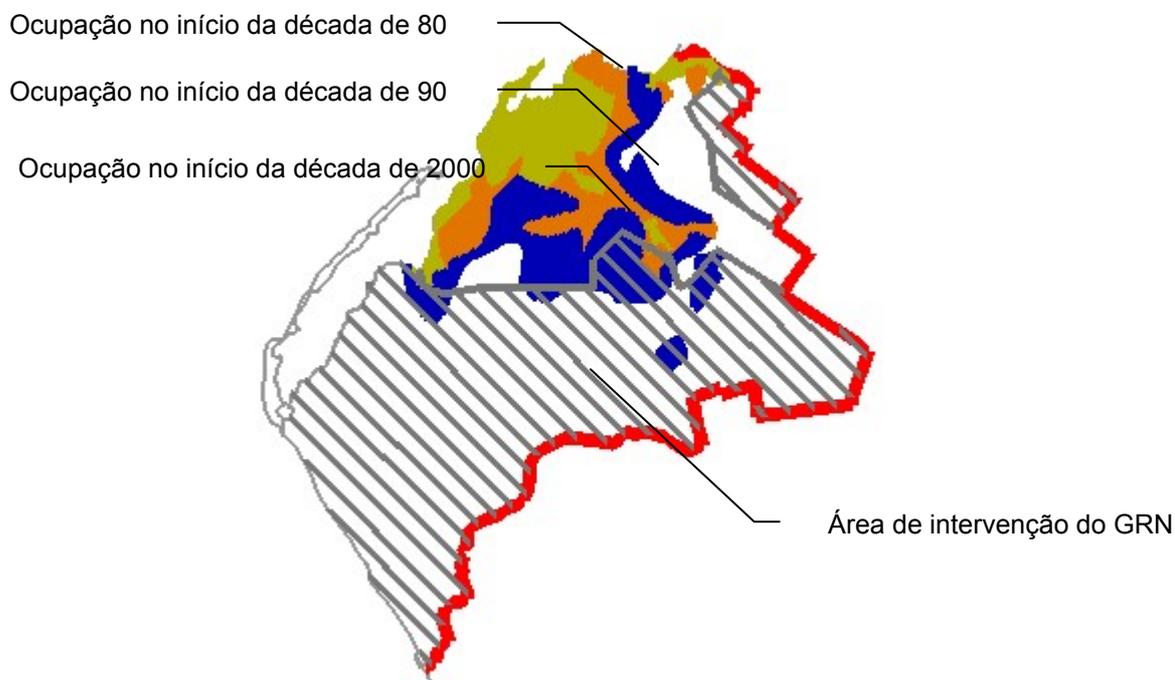


Figura n.º 5 - EVOLUÇÃO DA OCUPAÇÃO TERRITORIAL

A área actualmente ocupada, em termos de distribuição percentual, representa cerca de 15% de área estruturada e densa, 20% de área estruturada pouco densa, também cerca de 20% de área de muceque denso, e cerca de 45% de muceque relativamente recente e menos denso.

O padrão de ocupação da cidade de Luanda é fruto da pressão urbanística gerada pela migração das populações. Em muitas situações coabitam áreas de serviços, habitação, indústria e até lazer.

A próxima figura pretende ilustrar a dispersão da indústria, e identificar os locais de maior concentração funcional.

B. ACTIVIDADE INDUSTRIAL

A actividade industrial encontra-se relativamente dispersa, no entanto existem locais de maior concentração, tais como Viana, a zona limite da Cuca e Cazenga, a zona limite entre N'gola Kiluanje e Cacuaco (Kikolo), o Porto de Luanda e a zona envolvente. Na Ilha e no Mussulo concentram-se, naturalmente, actividades de lazer e turismo. Embora não existam muitas indústrias na zona assinalada de Palanca, há uma área significativa ocupada por entidades comerciais, militares, e algumas industriais, com áreas individuais extensas, pelo que se pode considerar esta área, também como um padrão industrial.

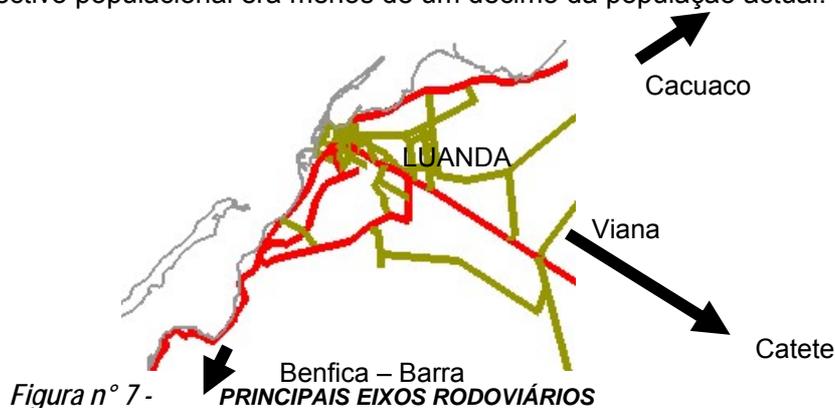
A actual zona industrial de Viana será complementada com a intervenção do GRN, nomeadamente com a construção de um novo Pólo Industrial de Viana, assim como com o Pólo Comercial adjacente. Ambos localizam-se junto ao novo aeroporto internacional de Luanda.

Admite-se que as actuais zonas de N'gola Kiluanje – Cacuaco, e de Cazenga – Cuca irão manter as actividades nelas instaladas.

C. PRINCIPAIS EIXOS DE COMUNICAÇÃO

As vias de circulação dentro da cidade e, em especial, as de ligação à periferia da mesma são um dos principais factor de constrangimento da qualidade de vida e principalmente da própria economia da capital.

Os eixos existente têm várias décadas, e foram dimensionados numa altura em que o efectivo populacional era menos de um décimo da população actual.



Embora na zona urbana existam algumas avenidas com arruamentos largos, que permitem a instalação de mais do que uma via em cada sentido, os principais eixos de comunicação da cidade com o exterior são constituídos por estradas de traçado antigo, com faixas que prevêem apenas uma via em cada sentido e onde os cruzamentos são de nível. Existem três eixos importantes de comunicação rodo-ferroviária.

Um deles é o eixo Norte da cidade, entre Luanda e Cacuaco. Este eixo é utilizado para migração quotidiana de populações, transporte de mercadorias para as zonas industriais na zona entre a Cuca e Kikolo (Cacuaco), bem como para o acesso de pessoas e bens às províncias e cidades a Norte, como por exemplo, Caxito, Dande, Ambriz, Soio, M'Banza Congo, Uíge.

Outro eixo importante é o de Leste, no eixo Luanda-Viana-Catete. Este eixo é utilizado para a migração quotidiana de populações, bem como para o acesso de pessoas e bens às províncias e cidades do interior, nomeadamente, Catete, Dundo, N'Dalatando, Malange, Lukapa, Saurimo, Waku kungo, Kuambo, Kuito, Luena. Este eixo encontra-se em obras de remodelação (via expresso Luanda-Viana), iniciadas no ano de 2007, e que permitir melhorar substancialmente a comunicação de pessoas e bens ao longo deste eixo, que beneficiará o novo pólo industrial de Viana, bem como o novo aeroporto internacional de Luanda.

Há um outro eixo, paralelo a este, trata-se do eixo São Paulo – N'gola Kiluanje até ao Kikolo (cemitério do 14).

Por último, o eixo Sul, no eixo Luanda – Benfica - Barra do Kwanza. Este eixo é utilizado para a migração quotidiana de populações, bem como para o acesso de pessoas e bens às províncias e cidades do sul, nomeadamente, Sumbe, Benguela, Huambo, Huíla, Namibe, Menongue e Ondjiva. Este já sofreu uma remodelação significativa entre Luanda e a Samba, com perfil de 2x2 vias, separador central, passagens para peões desniveladas. Esta remodelação irá continuar, propiciando a melhoria de condições de acesso ao cada vez maior contingente de pessoas que fixou residência nas zonas residenciais de Benfica e Luanda – Sul / Talatona.

Paralelamente ao eixo descrito existem outras duas linhas de comunicação com o Sul da cidade, ambos com remodelações previstas a curto prazo. Trata-se da estrada do “Rocha Pinto” (entre o aeroporto e o Morro Bento/Talatona), e do eixo Palanca-Golfe-Talatona.

Em termos ferroviários há a referir a remodelação da linha ferroviária de Luanda, com ligação até Malanje, mas que para já apenas restabeleceu a ligação entre a estação de Viana e a do Bungo, em Luanda. Esta ligação tem uma importância vital no auxílio ao descongestionamento da via rodoviária.

1.3. REDE DE SANEAMENTO EXISTENTE

A rede de saneamento na cidade de Luanda, existe apenas na área consolidada da cidade, e é do tipo unitário, ou seja, existe um sistema único que drena águas pluviais e águas residuais. Existem, contudo, alguns exemplos pontuais, na parte alta da cidade, de rede separativa.

O conhecimento actual da rede de Luanda, provém quase em exclusivo do cadastro efectuado pelo consórcio responsável pela execução deste estudo, e data de 2002, tendo-se na altura coberto grande parte da cidade, resultando no cadastramento de cerca de 140km de colectores, correspondendo a cerca de 2150 hectares levantados, ou seja, apesar de corresponder a grande parte da área com rede, corresponde apenas cerca de 1% da área que se prevê ser ocupada em 2025, e que é cerca de 1900km².

O sistema de saneamento de Luanda funciona graviticamente encontrando-se de acordo com a topografia da cidade e as principais linhas de água existentes, Rio Seco, Rio Soroca, Vala do Senado da Câmara, afluente do rio Cambamba. Cada uma destas linhas de água dá origem à sua respectiva bacia hidrográfica, com o mesmo nome.

A água que se drena para a baía de Luanda é interceptado por dois interceptores construídos ao abrigo do projecto IRE, uma ao longo da avenida marginal, e um outro paralelo que intercepta e distribui os caudais numa linha mais recuada, com o seguinte traçado: Av. da Missão – C. Comandante Vereno - R. Rainha Ginga - Baleizão.

A rede unitária, muito utilizada no passado apresenta problemas graves de conservação e de âmbito ambiental, estes últimos colocados sobretudo devido à elevada densidade populacional entretanto atingida. Os fracos caudais em tempo seco não permitem assegurar a conveniente auto-limpeza do sistema. No caso de Luanda, este fenómeno encontra-se mais acentuado pelos baixos consumos unitários. Por outro lado, a ausência de revestimentos das redes viárias torna-as deficientes para um sistema unitário, pelo que a opção de

separar as redes pluviais e residuais doméstica ganha peso e facilita o cumprimento de condições físicas que melhoram o funcionamento hidráulico de ambas as redes. As características pluviais de Luanda, chuvadas fortes associadas a grandes períodos sem chuva não são também favoráveis à implantação de um sistema unitário.

Em termos de rede unitária, existente da zona consolidada da cidade de Luanda, admite-se que apenas um número próximo de meio milhão de habitantes beneficiem da rede de saneamento existente, ainda que uma parte significativa habite em locais onde esta é praticamente inoperante. Por outro lado, existem vários novos condomínios, alguns já construídos, outros em fase de obra ou projecto, onde os aspectos de drenagem pluvial e residual doméstica é geralmente acautelado. O conhecimento do efectivo populacional nestas condições é muito difícil de estimar com algum rigor, uma vez que nos últimos anos foram construídos muitos

1.3.1. CAIXAS DE VISITA

As caixas de visita existentes na rede (em 2002 foram inspeccionadas cerca de 4500 caixas), são a face visível da rede, traduzindo o seu estado de manutenção. Conforme é facilmente comprovável na maioria das ruas da cidade, estas caixas encontram-se obstruídas. Algumas encontram-se apenas parcialmente obstruídas, nas quais as operações de limpeza, recorrendo a equipamento pesado de sucção e jacto de água poderá funcionar relativamente bem. Outras encontram-se fortemente bloqueadas devido principalmente a não terem o seu respectivo dispositivo de fecho (tampas) ou a sua cobertura se encontrar deteriorada, esta situação é bastante comum nos bairros do plateau, ou mesmo na zona baixa e plana onde enormes quantidades de lixo que, com o tempo, foram introduzidos nesses dispositivos.

Mesmos as caixas que se encontram com tampa, estando assim preservadas do acesso externo pelo funcionamento do dispositivo de fecho, têm muitas vezes enormes quantidade de lamas acumuladas ao longo dos anos, e lixo transportado pelos colectores a montante, e que, por deficiente funcionamento do sistema, se encontram agora sedimentadas.

A. Estado Físico

A estrutura das caixas de visita, é normalmente construída em blocos de betão (secção quadrada), e em anéis pré-fabricados do mesmo material (secção circular), e encontram-se num estado de manutenção/deterioração traduz a sua idade e a as solicitações a que tem vindo a ser sujeita.

Em 2002, o espírito do projecto realizado era de cadastrar a rede, e definir apenas um conjunto de obras pontuais e de emergência. À luz desta motivação, definiram-se áreas muito restritas de intervenção, não se tendo sugerido intervenções nas áreas onde os colectores se apresentavam relativamente em melhor estado. Daí, que na maioria dos casos em termos de condições de resistência, se tenha admitido que esta era satisfatória para garantir o funcionamento por mais algum tempo. No entanto já na altura se salientava o desgaste das superfícies. Naturalmente, passados 5 anos, e considerando que a o grau de solicitação dos sistemas aumentou significativamente devido ao contínuo crescimento populacional (a também ao aumento do tráfego pesado), as caixas encontram-se em pior estado.

As soleiras são construídas em fundo plano sem apresentarem, na maioria dos casos, caleiras guia de escoamento.

De referir ainda que os degraus de acesso, executados normalmente em ferro macio, estão praticamente destruídos, na generalidade dos casos, devido ao efeito de corrosão que sobre eles se exerceu associada à falta de manutenção, pelo que o acesso tem de ser efectuado nesses casos com uma pequena escada.

B. Tampas

O dispositivo de fecho, é na generalidade executado em tampa circular de ferro fundido e tem normalmente o diâmetro de 0,60 m, em 60% dos casos. De referir que em relação às restantes tampas se encontra uma razoável diversidade de tamanhos, encontrando-se também com alguma frequência secções quadrangulares de betão.

No cadastro efectuado em 2002, cerca de 17% das caixas não possuía tampas. Sabe-se que entretanto foram colocadas várias tampas, embora a situação persista, pelo que se admite que o actual número de caixas sem tampas seja da mesma ordem de grandeza.

1.3.2. COLECTORES

A. Estado físico

O estado físico dos colectores devido principalmente a sua idade grande parte do sistema de saneamento de Luanda constituído na sua maioria por manilhas de betão encontra-se num estado de desgaste avançado, embora no relatório de 2002 se refira que, nessa data, este facto não comprometia o funcionamento geral do sistema. Em 2002, o espírito do projecto realizado era de cadastrar a rede, e definir apenas um conjunto de obras pontuais e de emergência. À luz desta motivação, definiram-se áreas muito restritas de intervenção, não se tendo sugerido intervenções nas áreas onde os colectores se apresentavam relativamente em melhor estado. Daí, que na maioria dos casos em termos de condições de resistência, se tenha admitido que esta era satisfatória para garantir o funcionamento por mais algum tempo. No entanto já na altura se salientava o desgaste das superfícies.

A rede existente foi construída, maioritariamente, nos anos de 60 e 70, com algumas ampliações e reabilitações nos anos 80 e inícios de 90. Embora o estado físico não se admita ter piorado significativamente nos últimos 5 anos, admite-se que estarão piores, mas maioritariamente, em estado razoável. Contudo, há que fazer esta análise a longo prazo, considerando que a rede deverá funcionar por um período de tempo longo, pretendendo-se que a vida útil do sistema seja prolongada bastante para além do ano para o qual serão hidráulicamente dimensionados os componentes de transporte e tratamento da rede.

B. Capacidade de drenagem

A rede unitária aguenta com dificuldade uma chuvada com um período de retorno da ordem dos 6 meses. A altura das águas ultrapassa a rede em

muitas condutas a partir de uma chuva de 6 meses. Esta conclusão pode ser confirmada em vários lugares da cidade. Ou seja, a rede de saneamento de esgotos de Luanda só aguenta chuvas correntes, que não são excepcionalmente fortes. Especificamente em relação à bacia da Marginal, por causa da parede que foi instalada na conduta da Marginal, as águas das chuvas não podem continuar até o mar sem passar por cima da parede (cota 0.9 m). Este obstáculo impede o escoamento normal das águas das chuvas que são travadas e explica as saídas das tampas dos seus respectivos aros na zona baixa da cidade devido à rede de esgoto ficar em pressão por não poder evacuar as águas das chuvas com eficiência. Este fenómeno sucede com visibilidade na zona baixa, mas também noutros locais. As águas das chuvas acumulam-se em pontos baixos e evacuam em períodos de tempo demasiado prolongados.

C. Pontos críticos

Em regra, os principais problemas da rede de colectores existente colocam-se nas zonas planas, ou seja, na zona marginal e no Plateau de Luanda, a zona alta a plana da cidade, para onde esta se expande continuamente. Estes problemas surgem devido à pequena inclinação dos colectores existentes, claramente insuficiente para promover o arrastamento do caudal sólido associado ao caudal de águas residuais domésticas e pluviais. Este problema coloca-se com especial acutilância em Luanda por dois motivos: primeiro, a cidade está permanentemente invadida por sedimentos transportados eolicamente, pelos automóveis, ou por escorrimentos superficiais; segundo, a população e a cidade não coabitam ainda com os necessários costumes de manutenção citadina, especialmente no que concerne depósito e recolha de lixo. Em consequência deste último factor, a cidade encontra-se, ainda que seja notória uma melhoria levada a cabo nos últimos anos, permanentemente cheia de detritos variados, e distribuídos um pouco por todo o lado. O lixo que não é depositado nos locais próprios, ou que não é recolhido, acaba por entrar no sistema de drenagem, entupindo-o com muita frequência.

A zona baixa da cidade, nomeadamente entre a zona dos Coqueiros e o Porto de Luanda, padece dos mesmo problemas, devido à baixa inclinação, aos detritos e sedimentos que afluem à rede, não só desta zona, mas de todas as zonas a montante que são tributárias desta zona da rede. As consequências naturais destes problemas, são os que se vêm habitualmente, entupimentos, deslocamentos de tampas, escorrências superficiais, abertura de poços de erosão no terreno (e consequentemente no pavimento), e por vezes, a própria rotura de condutas.

Há ainda um número significativo bairros ou zonas com problemas, enumerando:

- Bacia da Baía
 - Coqueiros;
 - Zona da Marginal;
 - Miramar;
 - São Paulo;
 - Zona envolvente do Kinaxixi;
- Bacia do Rio Seco:

- Av. Ho Chi Min, especialmente na parte Oeste;
- Av. Comandante Gika, especialmente na parte Oeste;
- Rua Revolução de Outubro, na zona de montante;
- Bacias costeiras:
 - Zona litoral, plana e de baixa cota, desde a Praia do Bispo até à Corimba;
 - Prenda;
 - Cassenda;
- Bacia da Vala do Senado da Câmara (tributária do rio Cambamba):
 - Vila Alice (rede parcialmente separativa);
 - Cidadela;
 - Congolezes;
 - Terra Nova;
 - Mártires
- Bacia do rio Soroca:
 - Bairro Precol
 - Ruas N'gola Mbandi e Ngola Kiluanji
 - Zona de cabeceira, entre Rangel e Cazenga, nomeadamente a Comissão do Cazenga.

Relativamente a zonas onde não existe rede, há também locais onde há problemas importantes de drenagem, nomeadamente:

- Zona envolvente de Cazenga, incluindo Marçal, Rangel e Cuca, que constitui a zona de cabeceiras das bacias da marginal, do rio Cambamba, do rio Soroca, e do rio Mulenvos;
- Drenagem de barrocas, em especial na Boavista e Corimba (com intervenções previstas no âmbito de outros projectos);
- Algumas zonas de Viana, em especial a zona central, envolvente à Igreja;
- As zonas mais baixas e costeiras do Cacuaco;
- Várias zonas que constituem depressões naturais, actualmente concentradas, sobretudo, no município de Cazenga, quer em Tala Hady, em Cazenga, e a mais gravosa de todas na comuna da Cuca – a lagoa de S. Pedro.

Em suma, as zonas onde existem, visivelmente, poucos problemas de drenagem, resumem-se, na zona consolidada da cidade, às zonas da Maianga, Maculusso, e parcialmente na Ingombota.

Existem, contudo, outros sistemas autónomos, em áreas recentemente urbanizadas onde os problemas ou não se colocam, ou são menores, por exemplo no projecto Nova Vida e em Luanda Sul. As zonas onde existe

alguma pendente ou as estadas são pavimentadas, os problemas são menos perceptíveis, por exemplo nas zonas estruturadas do Golfe e do Bairro Popular.

Há ainda um conjunto de problemas associados à concepção das próprias redes. À medida que a cidade foi sendo construída, a rede foi sendo expandida para acompanhar essas solicitações. O desenho dessas redes deverá ter obedecido a critérios técnico-económicos fruto da avaliação então feita sobre um mapa urbanístico completamente distinto do actual. Na altura terá feito sentido optar por traçados de rede que não são hidrograficamente estanques. Isto é, a rede de drenagem é, tipicamente uma rede ramificada, na qual a água caída sobre um ponto tem apenas uma saída possível, sendo esta coincidente com a cota mais baixa da bacia hidrográfica onde se insere. No caso de Luanda, como existiam cabeceiras de bacias com fraca ocupação territorial, foi definido derivar caudais dessas zonas para redes instaladas em outras bacias hidrográficas adjacentes. À medida que a cidade cresceu ter-se-á sentido a necessidade de efectuar novos colectores e novas obras de evacuação, sobretudo de águas pluviais. Estes novos colectores, muitas vezes interligam bacias hidrográficas.

Esta realidade configura uma situação indesejável e deverá ser tendencialmente corrigida, visando sobretudo dois objectivos:

- Estabelecer redes ramificadas em detrimento de redes interligadas;
- Devolver, em local apropriado, os caudais pluviais o mais rapidamente possível ao meio receptor, evitando o transporte desnecessário destes.

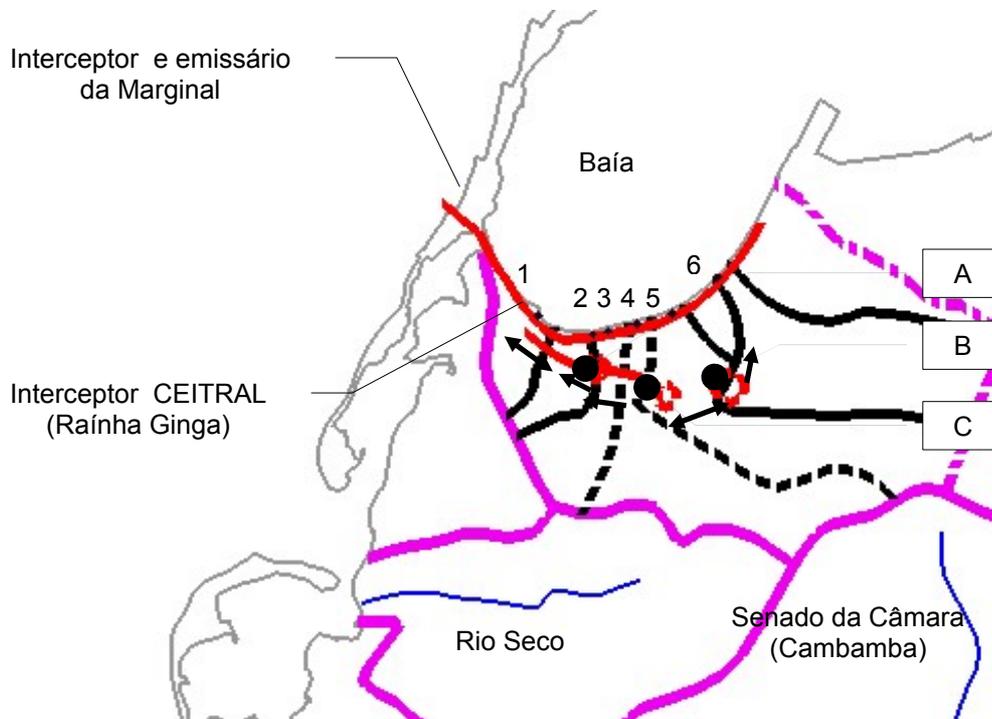


Figura n° 8 - PONTOS CRÍTICOS NA BACIA DA BAÍA DE LUANDA

As condutas com esgoto combinado, ao chegarem à marginal passam por câmaras de separação onde os pequenos caudais de estiagem (equivalente ao esgoto doméstico), são encaminhados para o interceptor, e os grandes

caudais, resultante de fenómenos de precipitação, são encaminhados para a Baía. Ora este sistema funciona com as limitações naturais de um sistema de separação, e para evitar a contaminação da baía com águas residuais domésticas ou equivalentes é necessário criar um verdadeiro sistema separativo em toda esta bacia. Este interceptor recolhe as águas através do sistema descrito, e encaminha-os para o oceano, através do emissário submarino da Chicala. No entanto, o interceptor está dependente do funcionamento de 5 estações elevatórias, sendo a última a de bombagem para o emissário, que actualmente não estão em funcionamento, mas cujo reequipamento está previsto pelo projecto Baía de Luanda.

O interceptor identificado como CEITRAL (Av. Missão – R. Rainha Ginga - Baleizão), foi criado com o objectivo de transferir caudais pluviais das zonas baixas das sub-bacias a Leste para as de Oeste, entre a rua da Missão e o Baleizão. Ora esta obra, enquanto solução de recurso pode parecer adequada, mas como solução definitiva constitui a pior alternativa. O princípio de devolver os caudais ao meio o mais rapidamente possível deve prevalecer.

Nos pontos assinalados A e C, existem interligações complexas de condutas que distribuem o caudal em várias direcções de saída, os locais correspondem aos seguintes cruzamentos: av. 1 Congresso – lg. Rainha Ginga e rua da Missão – rua Cirilo C. Silva. O ponto B corresponde ao largo do Kinaxixi é onde os caudais proveniente das grandes bacias a Leste são derivados para o largo do Ambiente. Este ponto recebe também os caudais do colectador da rua Lenine, que funciona como um interceptor das bacias que se desenvolvem para Leste. O funcionamento deste desvio é crucial pois evita a afluência de caudais aos pontos críticos da zona baixa, nomeadamente à av. Amílcar Cabral.

As setas apresentadas na figura representam os sentidos dos “transvases” entre sub-bacias, que deverão ser, preferencialmente, eliminados, desde que se encare a reconstrução integral do sistema.

1.3.3. ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUA (ETAR)

Estando a cidade em franco desenvolvimento, existe um número elevado de condomínio e outros empreendimentos que se encontram em construção. Devido à inexistência de rede em vários locais, ou mesmo devido ao simples mau funcionamento, os promotores encaram como única solução possível o estabelecimento de uma solução individual de saneamento das urbanizações, ou edificações, que constróem.

Este facto leva à proliferação de soluções de tratamento do tipo individual, que passam pelo lançamento do efluente para o solo, depois de um tratamento primário em fossas sépticas, ou mesmo do lançamento para as linhas de água, depois de um tratamento, com características variadas, muitas vezes realizado em ETAR construídas para o efeito.

O cadastro destas estações não existe, e também não se insere no âmbito do presente trabalho elaborar um cadastro destas estruturas. Cabe no entanto referir que, no decorrer de algumas visitas de campo, foram identificadas algumas destas ETAR em construção, pelo que se julga pertinente a sua menção no presente relatório:

- Projecto Morar, em Viana, sendo a capacidade da ETAR cerca de 35 mil habitantes equivalentes.
- Condomínio Sonangol, em Viana. A capacidade de tratamento é desconhecida, estimando-se que tenha uma capacidade idêntica à do Projecto Morar.
- Projecto Nova Vida, no Golfe. Dimensionada para um equivalente populacional de 18 mil habitantes.
- Polo Universitário Agostinho Neto, localizado a sul da Camama, e com uma capacidade para um equivalente populacional de 15 mil efectivos.
- Luanda - Sul, localizada na zona de Talatona, desconhece-se a sua capacidade.

1.4. ENQUADRAMENTO DOS PROBLEMAS DE ÁGUAS PLUVIAIS

Os problemas relacionados com as águas pluviais em Luanda não sofreram grandes alterações em relação às observações feitas no Plano Director de Saneamento de 1996 (SOGREAH).

Certas zonas de cidade de Luanda tem inclinações muito fracas para permitir a evacuação das águas pluviais. Trata-se em particular das zonas periféricas situadas no planalto que delimita as bacias dos rios Soroca, Mulenvos e Cambamba (Município de Cazenga), onde se desenvolveu um centro populacional denso, totalmente desorganizado (muceques). Estas zonas, muito mal drenadas e com numerosas zonas de depressão, estão sujeitas a inundações sistemáticas, provocando a estagnação prolongada das águas pluviais (acentuada pela fraca permeabilidade dos solos) e podendo atingir dimensões catastróficas em alturas de intensa.

Estes problemas estendem-se, por vezes, a outras zonas da cidade de Luanda, ou por serem zonas muito baixas e à beira mar (Samba-Corimba), ou por a rede de drenagem estar obstruída devido à proliferação incontrollada de zonas residenciais e/ou da acumulação de resíduos e de detritos de natureza diversa.

Adicionalmente, as condutas pluviais têm, na maior parte dos casos, capacidade evacuar caudais associados a um período de retorno muito baixo (geralmente 6 meses), o que, em parte, também explica esta situação. Faz-se notar que este valor de 6 meses só se verificaria se as condutas estivessem desobstruídas, pois na prática várias quase todas as chuvas esgotam a capacidade actual do sistema, o que no tempo chuvoso, sucede várias vezes por mês.

Pelas consequências directas nas condições de vida das populações afectadas (alagamento das habitações, dificuldades de deslocação) e a insalubridade que daí resulta em certas zonas (estagnação de águas fortemente contaminadas, proliferação de vectores patogénicos), há muito tempo que estes problemas despertaram a atenção das autoridades.

Muitos projectos estão actualmente em estudo ou em fase de realização com vista a resolver o problema das águas pluviais. Pode-se, nomeadamente,

referir o recente projecto de reestruturação dos rios Secos, Soroca e Senado da Câmara que visam a melhoria do escoamento das águas residuais e pluviais nestas valas pela implementação de uma rede separativa.

1.5. SANEAMENTO INDIVIDUAL EXISTENTE

Em termos de saneamento individual existente é impossível quantificar, ou mesmo estimar, de forma minimamente rigorosa, a quantidade de fossas existente (geralmente do tipo “poço roto”).

Como se trata de uma rede do tipo unitário, praticamente todas as edificações possuem uma fossa séptica, que serviria para enviar para a rede unitária o efluente já com um tratamento primário e parcialmente isento de matéria sólida.

No entanto, a inoperacionalidade da rede, sobretudo nas zonas periféricas e mais planas, levou a que, mesmo em zonas onde já funcionou a rede de drenagem, as pessoas tenham readaptado o funcionamento inicial para um tipo de funcionamento que na prática é um misto de fossa estanque e fossa com infiltração, fazendo-se esta quer pelas estruturas de entretanto criadas, quer pela infiltração directa à superfície, quando estas atingem a sua capacidade máxima, passando a debitar todo o caudal para o espaço público. Existem ainda algumas zonas, de construção relativamente recente (zonas estruturadas), onde se optou pela criação de fossas de infiltração.

Em suma, estima-se que mais de cinco milhões de pessoas vivam com sistemas de saneamento não incluídos na rede existente da malha urbana consolidada da cidade de Luanda.

Segundo o Plano Director de 1995, citando a UNICEF, apenas cerca de 13% da população de Luanda, cerca de 200 mil pessoas, à data, é que possuía ligação à rede de drenagem. O mesmo organismo, admite que em 2004, cerca de 56% da população urbana dispõem de acesso a dispositivos de saneamento (rede pública, fossa, latrina, etc.). Esta situação não se alterou significativamente, uma vez que, excluindo as redes construídas no âmbito de projectos imobiliários privados, não foram construídas mais redes. Convém enfatizar que o restante efectivo populacional não possui qualquer tipo de dispositivo receptor de águas residuais.

1.6. INSTALAÇÕES PRIVADAS

Para além da problemática do saneamento individual há também inúmeros problemas no funcionamento das redes prediais de esgoto, provocadas pela má utilização, ou apenas pela ausência de manutenção.

O atendimento generalizado de uma rede separativa terá que prever medidas de adaptação, reconstrução ou mesmo construção das redes prediais, por forma a garantir a ligação entre a produção de águas residuais e a rede pública. Este imperativo terá de ser avaliado pela entidade gestora da rede, uma vez que em princípio deveriam ser os próprios proprietários a custear estas obras. Admite-se, obviamente, que dadas as condições socio-económicas isto seja uma incumbência difícil de concretizar, pelo que terá de

ser ponderado caso a caso a possibilidade de no âmbito das obras nas redes públicas também abranger intervenções nos imóveis privados.

1.7. A POLUIÇÃO DE ORIGEM NÃO DOMÉSTICA

As indústrias instaladas em Luanda são muito diversas. Podemos, no entanto, agrupá-las em 4 sectores principais de actividade:

- As indústrias agro-alimentares (cervejeira, bebidas não alcoólicas, transformação do café, confeitaria, ...)
- As indústrias químicas (refinaria, transformação do plástico, tintas e pinturas,...)
- As indústrias metalúrgicas (fabrico de materiais de construção, metalurgia, construção de materiais eléctricos,...)
- As indústrias diversas e o sector informal (actividades transformadoras : cimenteiras, tabaco, calçado, prestação de serviços : reparação, produtos gráficos...)

A maior parte destas indústrias lançam os seus efluentes quer directamente no mar quando a situação geográfica o permite, quer nos colectores municipais. A qualidade destes efluentes depende grandemente do sector de actividade. As indústrias agro-alimentares lançam efluentes biodegradáveis enquanto que as indústrias químicas ou metalúrgicas podem lançar efluentes carregados de metais pesados dificilmente degradáveis.

oOo

2.

HIPÓTESES DE DESENVOLVIMENTO URBANO NO ANO HORIZONTE 2025

2.1. DEFINIÇÃO DA ZONA DE ESTUDO

Previamente à apresentação dos estudos relativos à demografia e desenvolvimento urbano da cidade de Luanda, considera-se importante definir com clareza a área de intervenção do Plano Director de Saneamento.

Geograficamente, os limites da área que engloba a Província de Luanda são o Oceano Atlântico a oeste e a norte, o rio Kwanza a sul. O linha limite entre a zona leste do projecto e a zona norte, segue aproximadamente o alinhamento entre o Muceque Ilha (a norte do bom Jesus) e a foz do rio Bengo, no Cacuaco.

A “Revisão do Plano Director de Saneamento de Luanda” compreende nove municípios e respectivos bairros, ainda que alguns deles não sejam abrangidos na íntegra, como é o caso de Viana e Cacuaco. O limite geográfico da área em estudo poderá ser visualizada no Desenho 1.

Quadro 4 - Municípios incluídos no presente estudo

Municípios	Bairro	Municípios	Bairro
Ingombota	Ilha do Cabo	Cazenga	Cazenga
	Patrice Lumumba		Cuca
	Ingombota		Tala Hady
	Kinanga	Kilamba Kiaxi	Bairro Popular
	Maculusso		Golfe
Maianga	Maianga	Samba	Corimba
	Cassequel		Benfica
	Prenda		Futungo de Belas
Rangel	Rangel		
	Marçal	Viana	Viana (parcialmente)
	Terra Nova	Cacuaco	Cacuaco (parcialmente)
Sambizanga	Sambizanga		
	Bairro Operário		
	N'gola Kiluanje		

2.2. DADOS DE BASE UTILIZADOS

A informação sobre as características demográficas da população e evolução previsível é não só limitada como algo discrepante. É de referir, que, para o período pós-independência apenas existem duas fontes objectivas de informação sobre a população - o censo da década de 80, o qual foi realizado somente para algumas cidades de Angola e o recenseamento eleitoral de 1992 – pelo que as estimativas adiante discriminadas foram baseadas em estudos anteriormente efectuados.

Assim e segundo as próprias instruções do Cliente, o estudo da evolução populacional da cidade de Luanda e da sua distribuição física foi desenvolvido tendo como base o trabalho “Plano Director de Abastecimento de Água para a Província de Luanda”, de 2007, realizado para a EPAL. Os valores apresentados neste estudo traduzem uma previsão demográfica idêntica à que o Gabinete de Reconstrução Nacional possui, e com a qual trabalha para o dimensionamento e infra-estruturação das áreas anteriormente descritas. Nestas condições o presente estudo admitirá valores de população muito próximos dos apresentados por estas entidades.

No entanto, refere-se que se fizeram algumas adaptações à população de cada município estimada para o ano base deste projecto (2007) já que, e após a fase de recolha de informação, se constatou que os limites municipais utilizados no estudo referido não eram os mais indicados, havendo então necessidade de se proceder à sua correcção.

Os “novos” limites administrativos foram retirados das seguintes fontes (por ordem de importância) :

- 1) cartas militares, do Instituto de Geodesia e Cartografia de Angola (maioritariamente com base em levantamento estereofotogramétrico de 98 e edição de 2001), escala 1/25000;
- 2) mapas de operação da ELISAL;
- 3) relatório da Direcção Provincial de Saúde de Luanda

2.3. PROJEÇÕES DEMOGRÁFICAS

2.3.1. POPULAÇÃO ACTUAL (2007)

A estimativa populacional da área de estudo baseou-se essencialmente e como se afirmou, no Plano Director Abastecimento de Água, elaborado em 2005, o qual apontava para uma população base, em 2003, de 4 596 000 habitantes.

Para efeitos da revisão do Plano Director de Saneamento, e utilizando a mesma população base e uma taxa de crescimento de 6,5% por ano entre 2003 e 2005 e de 6,0% por ano até 2007, ou seja, mantendo-se os critérios constantes no estudo referido, a população actual da área do estudo (2007) foi estimada como sendo de **5 857 000 habitantes**.

2.3.2. PROJEÇÕES DEMOGRÁFICAS PARA O ANO HORIZONTE DE 2025

Face à exiguidade da informação demográfica existente/ disponível torna-se difícil reconhecer uma taxa representativa do crescimento populacional para a cidade de Luanda passível de ser adoptada para projecções futuras.

Refira-se que, e apesar de se viver actualmente uma situação de paz e de franco crescimento em Angola, as populações do interior deverão continuar a ter tendência a migrar para os principais centros urbanos, constituindo a capital o principal pólo de atracção de população.

Por outro lado, dever-se-á também ter em conta que a implementação de programas de desenvolvimento no interior do País contribuirá para a melhoria da saúde pública e bem-estar da população, o que sem dúvida irá contribuir para o atenuar do êxodo para a capital referido anteriormente.

Nessa conformidade, considera-se ser adequado e racional para os objectivos do presente estudo, assumindo como ponto de partida o ano de 2007, adoptar-se a população de **5 857 000** habitantes e projectar o seu crescimento futuro, ao longo do período de vida útil do projecto, adoptando as taxas de crescimento ponderadas utilizadas no Plano Director de Abastecimento de Água de 2005, a saber:

Quadro 5 -Estimativa global da evolução populacional

Ano	População	
	Taxa de crescimento (%)	População (1000hab.)
2007	6.0	5 857
2010	5.0	6 976
2015	4.0	8 904
2020	4.0	10 833
2025	4.0	13 180

Como se pode observar, foi considerada uma redução gradual das taxas de crescimento, derivado sobretudo e como já se afirmou, por um lado, da melhoria das condições de vida da população de Luanda e, por outro, da redução da migração em função do crescimento previsto nas restantes províncias de Angola.

2.3.3. DISTRIBUIÇÃO DA POPULAÇÃO EM 2025

Numa situação de crescimento normal de uma cidade seria possível prever o crescimento de cada uma das suas zonas recorrendo a taxas diferenciadas de crescimento. Sucede que para toda a grande área de Luanda, existem projectos de intervenção profunda, sobretudo ao nível do urbanismo e habitação. Mais de metade da área do estudo está integrada na área de intervenção do GRN. Esta intervenção prevê a infra-estruturação de várias áreas industriais, comerciais e agrícolas, mas centra-se sobretudo na

construção de novos espaços urbanizados com capacidade prevista para alojar cerca de 5 milhões de pessoas.

A construção destes novos espaços visa não só acomodar o aumento populacional previsto, mas também tem como objectivo transferir as populações das zonas não estruturadas (muçeques), para que os terrenos actualmente ocupados desorganizadamente sejam reconvertidos e equipados com uma malha de estruturas públicas moderna. Nestas condições só faz sentido prever a distribuição espacial das populações tendo em consideração o papel preponderante do GRN na estruturação da grande área de Luanda.

Neste sentido, apresentam-se as considerações efectuadas, salientando-se que os valores são apresentados por área de contribuição de ETAR, uma vez que para o estudo é o critério de divisão territorial mais importante. A figura apresentada, mostra precisamente a área de contribuição de cada ETAR. A área assinalada com o número 1 corresponde à zona de contribuição da ETAR de Luanda Norte, o número 3 à ETAR de Luanda-Sul, e o número 4 à ETAR das Palmeirinhas. O número 2 identifica a área onde a evacuação dos efluentes será garantida pelo actual emissário da Chicala.

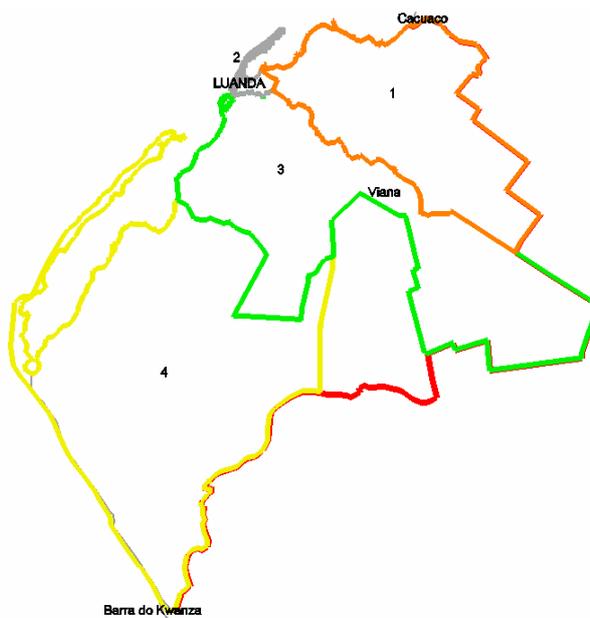


Figura n° 9 - ZONAS DE COLECTA DE CADA UMA DAS ETAR PREVISTAS

Apesar de se prever que o efectivo populacional em 2025 seja um pouco mais do dobro que o actual, espera-se que os projectos em curso estejam concluídos e, portanto, a população estará bastante mais distribuída pelo território, contribuindo para a diminuição da densidade populacional, atingindo-se também neste importante índice, uma melhoria significativa da qualidade de vida.

Na zona 1 admitiu-se uma densidade média de 100 habitantes por hectare. Considerando uma área de cerca de 367km² obtém-se uma população de 3,7 milhões de habitantes equivalentes. Como se antevê a necessidade de acomodar algumas localidades de fora da área de projecto, em particular por se encontrarem próximas da captação de Kifangondo, ir-se-á adoptar uma população global equivalente de 3,8 milhões.

Na zona 2, considerou-se que a ilha será uma zona turística de baixa densidade, com cerca de 50 habitantes por hectare. A Ilha tem cerca de 200 hectares, aos quais se retirou a faixa de praia. Para a restante área de contribuição, que é cerca de 790 hectares, considerou-se uma densidade média de 250 habitantes por hectare, resultando num efectivo estimado em cerca de 215 mil habitantes equivalentes.

A zona 3, tem cerca de 550 quilómetros quadrados de área, e considerando uma densidade média igual à admitida para a zona 1, resulta num efectivo de 5,5 milhões de habitantes equivalentes.

Para a zona 4, uma vez que actualmente não existe praticamente nenhuma ocupação, e que esta será única e exclusivamente dependente das infra-estruturas a construir pelo GRN, admitiu-se que o valor seria da ordem dos quatro milhões de habitantes, em linha com o programa do deste organismo.

Os cálculos do número de habitantes, tal como foi descrito, é usado no presente estudo para dimensionamento das estações de tratamento de águas residuais. Ou seja, com os quatro pontos de descarga considerados em funcionamento, tal como previsto neste estudo, a área de Luanda ficará dotada com um sistema que permite tratar e devolver ao meio ambiente as águas residuais correspondentes a cerca de 13,5 milhões de habitantes.

Para que se possa ter uma ideia comparativa dos valores de densidade populacional encontrados, referem-se os dados de 2001 relativos à Área Metropolitana de Lisboa. Segundo este organismo, a população total do concelho de Lisboa, nessa data, era cerca de 560 mil habitantes, distribuídos por uma área de cerca de 85km², ou seja, a densidade média populacional é de cerca de 6600 habitante por quilómetro quadrado, ou seja, 66 habitantes por hectare.

2.4. GRANDES EIXOS ESTRUTURANTES / ÁREAS DE EXPANSÃO

A definição das áreas de expansão são geralmente identificadas no âmbito dos planos directores de desenvolvimento urbano. Assim, é fundamental levar em consideração previsões dessas áreas de expansão durante o desenvolvimento dos trabalhos deste Plano Director de Saneamento, de forma a que as soluções a adoptar se adequem (ou pelo menos não condicionem) à futura evolução da cidade.

Pode-se afirmar que o crescimento da cidade de Luanda tem ocorrido principalmente para Sul, com especial realce na zona compreendida entre Benfica e Cabolombo, e para sudeste, em direcção ao município de Viana, cuja área urbana se encontra interligada à cidade de Luanda.

Por outro lado, e apesar do desenvolvimento da cidade dever continuar a ocorrer para sul, refira-se que existe um elevado potencial de crescimento populacional a sudeste da cidade de Luanda, devido sobretudo à construção do novo aeroporto e dos pólos comerciais e industriais em construção, bem como devido às inúmeras áreas habitacionais em construção ou projecto.

Saliente-se também que a estrada Cabolombo – Viana – Cacuaco, como via de contorno da região metropolitana, será um importante eixo estruturante de

expansão da cidade, pois irá possibilitar uma mais fácil circulação na província de Luanda, constituindo também um vector de crescimento.

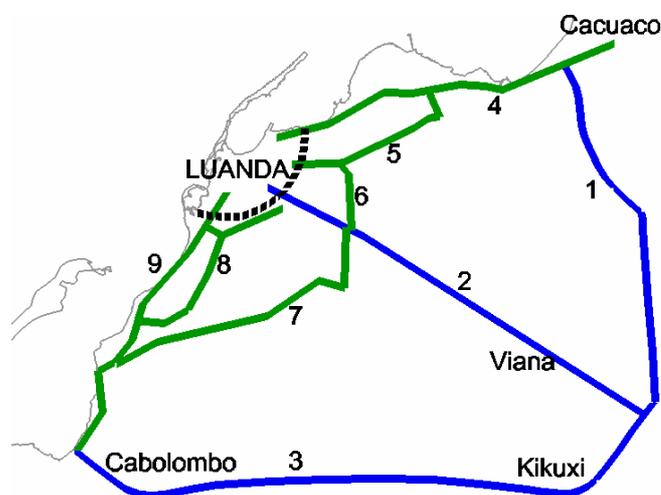


Figura n.º 10 - EIXOS EM CONSTRUÇÃO OU REMODELAÇÃO

Na Figura anterior apresentam-se os principais eixos da cidade que se encontram em construção ou remodelação:

- Cacuaco – Viana;
- Luanda – Viana;
- Cabolombo – Viana;
- Luanda – Kifangondo;
- N'gola Kiluanje;
- Quarta avenida;
- Benfica – Golfe – Sanatório;
- Aeroporto – Morro Bento (Rocha Pinto);
- Samba (Corimba).

Dos eixos apresentados, o 3 e o 1, tratam-se de eixos novos, cuja construção, de raiz já foi iniciada. Os restantes encontram-se em fase de projecto, concurso ou execução, ainda que a maioria já tenha iniciado os respectivos trabalhos de construção.

Salienta-se ainda que dentro do limite apresentado (indicativo), para a zona urbana de Luanda, os principais eixos urbanos serão também alvo de uma remodelação profunda, no âmbito de projectos lançados pelo Governo Provincial de Luanda, na qual se incluirá também a construção ou reconstrução da rede de drenagem, tratam-se dos seguintes eixos:

- Rua Revolução de Outubro;
- Rua da Samba;
- Rua Comandante Arguelles;
- Avenida Ho Chi Min;

- Avenida Deolinda Rodrigues;
- Avenida Hoji-ya-Henda;
- Rua Comandante Valódia;
- Avenida N'gola Kiluanje;
- Avenida 4 de Fevereiro;
- Rua Mortala Mohamed (Ilha);
- Rua Dr. Agostinho Neto.

As áreas de expansão, serão influências pelas obras viárias em curso e, principalmente, pela obras previstas pelo GRN, apresentadas no capítulo 1.

2.5. AS FUTURAS ZONAS INDUSTRIAIS

As indústrias não se encontram concentradas em um só local. Existem algumas zonas de maior concentração industrial, onde geralmente coabitam instalações de muito pequena relevância até grandes unidades industriais. Estas unidades foram alvo de uma avaliação individualizada, sendo a sua contribuição integrada nos valores apresentados.

No ano horizonte 2025, estas zonas industriais serão, embora mais densas, mantidas (Desenho 12).

Para avaliar as cargas poluentes geradas pelas indústrias, os cálculos assentam essencialmente nas indústrias agrupadas em zonas industriais.

Distinguem-se as sete zonas com actividades industriais ou similares, apresentando-se, a previsão da área ocupada, para o ano de 2025:

- Maianga, 150 ha;
- Kilamba Kiaxi, 1000 ha;
- A nova cimenteira, com 2 500 ha;
- O novo aeroporto, com 10 000 ha;
- O pólo industrial ZEE e o pólo comercial com, respectivamente, 8 500 ha e 3 000 ha.
- Cacuaco, com 1 000 ha;
- Rangel e Cazenga com, respectivamente, 50 ha e 500 ha.

2.6. REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

2.6.1. REDE DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA EXISTENTE E ANTECEDENTES

Actualmente, o abastecimento, em “alta”, de água à área da cidade de Luanda, incluindo Cacuaco e Viana, é garantido por três sistemas de maior capacidade – sistema 1, 2 e 3 – aos quais se somam as contribuições das ETA de Kikuxi e Luanda Sul.

A configuração destes sistemas pode ser analisada nos Desenhos nº3 e nº6.

2.6.1.1. SISTEMA 1

Capta água no rio Bengo, a cerca de 9km da foz. A capacidade projectada (1953) para este sistema foi de 0.7 m³/s.

A linha de adução, de água bruta, deste sistema contempla a alimentação dos reservatórios do Candelabro (próximo da captação) e o, há data, grande centro de distribuição da cidade – o centro de distribuição do Marçal – onde era efectuado o tratamento da água bruta.

A ligação entre a captação e o CD do Marçal, tem cerca de 24km de condutas, com tubagem de betão com diâmetro de 900mm.

Estado Geral

O estado operacional deste sistema é muito débil, com problemas aos seguintes níveis: assoreamento no local da captação; reservatório do Candelabro com múltiplas fugas proveniente de fissuras; picagens ilegais na conduta; funcionamento hidráulico condicionado a estes factores, verificando-se que a conduta funciona parcialmente em superfície livre.

Intervenções previstas

- Construção de uma ETA no CD de Candelabro, em substituição da ETA do Marçal (desactivada), com capacidade para 2.1 m³/s;
- Recuperação de condutas.

2.6.1.2. SISTEMA 2

Capta água no rio Bengo, a cerca de 8km da foz. A capacidade instalada nas décadas de 70 e 80, foi de 1.6 m³/s, embora actualmente esteja limitada na ETA de Kifangondo (próxima da captação), a 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 actualmente abastecidos a partir desta origem, por a conduta de diâmetro 1000mm entre Cazenga e o Marçal se encontrar desactivada). 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 1200mm de diâmetro, entre a ETA e o CD de Cazenga totaliza cerca de 20km, dos quais apenas os 8km finais são enterrados.

Estado Geral

O sistema está desactivado a partir do CD de Cazenga, apresenta algumas deficiências no funcionamento da ETA e o trecho aéreo da conduta encontra-se degradado.

Intervenções previstas

- Reabilitação da ETA de Kifangondo;
- Substituição do troço aéreo da conduta de betão DN1200, por conduta enterrada em FFD, com o mesmo diâmetro.

2.6.1.3. SISTEMA 3

É o sistema com maior capacidade instalada, que aduz água às áreas do centro urbano da cidade de Luanda, bem como a outras áreas periféricas em forte desenvolvimento. Este sistema é recente, tendo sido iniciada a sua concepção em 1998.

A origem deste sistema é o rio Kwanza, sendo a captação materializada por dois canais (superior com 4.6km e inferior com 5.7km), existe uma bombagem de água bruta entre ambos. O canal superior tem como função alimentar não só o a ETA Luanda sudeste (Sistema 3), mas também as ETA de Kikuxi, Luanda Sul, assim como irrigações de percurso.

A ETA de Luanda Sudeste, localiza-se a cerca de 24km da costa, a sudeste da vila de Viana, e tem uma capacidade total prevista de 2.5 m³/s.

O caudal previsto para a captação de Kapiápia, no rio Kwanza, é de 4.6m³/s, dos quais 1.79 são para irrigação, 0.11 e 0.20 são, respectivamente para as ETA de Luanda Sul e de Kikuxi.

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 80km, com diâmetros entre 300 e 1200mm.

Estado Geral

Em funcionamento, em fase final de construção.

2.6.1.4. SISTEMA COM ORIGEM NA ETA DE KIKUXI

Esta ETA é praticamente contígua às ETA de Luanda Sudeste e Luanda Sul, partilhando o mesmo sistema de captação e transporte de água bruta. Embora seja propriedade do Ministério da Agricultura, a sua operação é garantida pela EPAL. A capacidade máxima desta ETA é de 0.3m³/s, e a capacidade nominal é de 0.2m³/s.

2.6.1.5. SISTEMA COM ORIGEM NA ETA DE LUANDA SUL

Esta ETA é praticamente contígua às ETA de Luanda Sudeste e de Kikuxi, partilhando o mesmo sistema de captação e transporte de água bruta. A água tratada neste sistema é encaminhada para a área da EDURB através de uma conduta com 600mm. Esta ETA pertence à própria EDURB. Está previsto o aumento de capacidade desta ETA até à capacidade de 0.47m³/s, aos quais acrescem o reforço de 0.11m³/s provenientes da ETA de Luanda Sudeste.

2.6.2. REDE DE ABASTECIMENTO DE AGUA PREVISTA PARA O HORIZONTE 2025

As principais obras previstas para os sistemas que abastecem a cidade de Luanda e os municípios limítrofes são as que se apresentam, resumidamente, em seguida:

Sistema 1 e 2

- ETA de Candelabro, com 1.4 m³/s (em 2010);
- Reabilitação e expansão dos centros de distribuição existentes;
- Redes de distribuição;
- Capacidade total de 3.7 m³/s.

Sistema 3

- Nova ETA em Viana, com capacidade para 3.5 m³/s;
- Reabilitação e expansão dos centros de distribuição existentes;
- Construção do centro de distribuição CD Viana2;
- Redes de distribuição;
- Capacidade total de 2.8 m³/s.

Sistema 4

- Construção do sistema 4;
- Tomada de água de Bita com capacidade para 2x7.5m³/s;
- ETA de Bita, com 2x1.5 m³/s;
- Adutoras e CD de Bita, Cabolombo, Cambamba e V6 e V8;
- Capacidade total de 15 m³/s.

oOo

3. ESTUDO DO MEIO RECEPTOR

Em Luanda o meio marinho é o único verdadeiro meio receptor do saneamento colectivo. Com efeito, os efluentes recolhidos têm sempre, de uma forma ou outra, este meio como destino final, após terem passado ou não pelos meios receptores intermediários, constituídos pelos cursos de água.

3.1. CURSOS DE ÁGUA

3.1.1. AS « VALAS »

Numerosos cursos de água ou "valas" drenam a bacia hidrográfica da zona urbana de Luanda. Estes cursos de água desaguam directamente no mar ou nas diferentes baías da cidade.

Citemos principalmente, no centro da cidade, os rios Seco (com descarga na baía da Chicala), Soroca (com descarga na baía de Luanda) e a vala do Senado da Câmara, afluente do rio Cambamba (com descarga na baía do Mussulo). Estes três cursos de água são actualmente objecto de um programa de reestruturação. Refira-se também que numerosos projectos de reabilitação associados ao conjunto dos cursos de água do Sul do centro da cidade estão actualmente em curso, fazendo descargas ao largo dos bairros da Samba: aqui estão em curso diversas obras. O Rio Mulenvos desagua na baía do Bengo na zona de Cacuaco.

Estes cursos de água, desaguando directamente no meio marinho (baías ou mar aberto), constituem frequentemente meios receptores intermediários para os efluentes urbanos, tendo sido considerados como tal no presente estudo. Contudo, o seu mau estado geral e a ausência de dados sobre os mesmos não permite fazer um estudo qualitativo rigoroso.

Deve evitar-se a descarga de efluentes nas valas, porque estes cursos de água urbanos acabam por descarregar a maior parte das vezes nas baías da Chicala e do Mussulo, zonas sensíveis, a proteger, retirando delas as descargas de águas residuais.

3.1.2. RIOS BENGÓ E KWANZA

Para além destas "valas" de tipo urbano que são reabilitadas com frequência, os dois cursos de água principais naturais em Luanda são o Rio Bengo (a Norte da cidade) e o Rio Kwanza (a Sul). Estes dois cursos de água não foram considerados como meios receptores dos efluentes urbanos por várias razões.

Primeiro, porque não fazem parte da zona de estudo do presente plano director de saneamento. A utilização destes cursos de água como meio receptor de águas residuais (tratadas ou não) deve evitar-se devido aos fracos caudais em alguns períodos do ano e à presença de zonas lodosas. Além disso, o Rio Bengo e o Rio Kwanza são e serão utilizados, de forma crescente, como recursos de água potável até horizonte 2025 (ver Plano Director AEP - Dar - Odebrecht - 2006). Prevê-se a sua utilização também para fins agrícolas, nomeadamente para fornecimento de água para rega na área do complexo agrícola de Kikuxi desde o Kwanza e também de uma área de cerca de 1200 ha junto do perímetro (antiga açucareira) do Bom Jesus.

Deve, portanto, excluir-se a possibilidade de fazer descarga de efluentes nos rios Bengo e Kwanza.

3.2. MEIO MARINHO

3.2.1. OS VENTOS

3.2.1.1. CLIMA GERAL

As condições gerais de vento na região são dominadas pelos ventos alísios que sopram de Sul para SW. Estes ventos são relativamente constantes e moderados, com uma intensidade média diária inferior à 5 m/s. Os ventos fortes, de intensidade superior à 10 m/s, são muito raros e são provocados sobretudo por condições locais.

As condições extremas de ventos são dominadas pelas rajadas que se produzem principalmente durante a estação de seca (de Outubro a Abril)

3.2.1.2. DADOS SOBRE OS VENTOS AO LARGO DE LUANDA

Os dados disponíveis sobre os ventos ao largo de Luanda constam do estudo de WANE^[4] (1985-2001), os quais foram tratados para se obter a sua distribuições:

Quadro 6 - Ventos ao largo de luanda

Intensidade (m/s)	Direcções															Total	
	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW		NNW
0-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.2%

[⁴] WANE (West Africa Normals and Extrems) is a follow-on study to Ocean weather's original WAX (West Africa Extremes) JIP (Joint Industry Project) for the West Coast of Africa. WANE provides a comprehensive database of wind, wave and ocean currents and is sold on a per-point basis

1-2	-	-	-	-	-	0.2%	0.2%	0.4%	0.5%	0.5%	0.5%	0.3%	0.2%	-	-	-	3.2%
2-3	-	-	-	-	0.1%	0.3%	0.7%	1.6%	2.5%	2.9%	2.0%	1.1%	0.5%	0.3%	0.1%	-	12.4%
3-4	-	-	-	-	-	0.2%	0.8%	2.9%	6.7%	7.1%	4.0%	1.4%	0.4%	0.1%	-	-	23.8%
4-5			-	-	-	-	0.4%	2.9%	9.4%	10.3%	4.9%	1.3%	0.3%	-	-	-	29.6%
5-6				-	-	-	0.1%	1.3%	6.1%	8.5%	4.0%	0.9%	-	-	-	-	20.9%
6-7							-	0.3%	1.8%	3.8%	2.1%	0.3%	-				8.2%
7-8								-	0.2%	0.7%	0.4%	-	-				1.4%
8-9								-	-	-	-	-					0.1%
9-10																	-
Total	0.1%	-	0.1%	0.2%	0.3%	0.8%	2.3%	9.4%	27.3%	33.8%	17.9%	5.4%	1.5%	0.5%	0.3%	0.2%	100%

Estas estatísticas mostram que :

- Os ventos predominantes vêm do sector SSE para SW. Sopram 88% do tempo, ou seja mais de 320 dias por ano ;
- Os ventos "calmos", cujo a intensidade é inferior à 2 m/s, ocorrem apenas 3% do tempo (12 dias por ano) enquanto que os ventos "moderados" (3-7 m/s) ocorrem 95% do tempo (347 dias por ano). Por último, os ventos "fortes", de intensidade superior à 7 m/s, têm lugar menos de 2% do tempo (6 dias por ano).

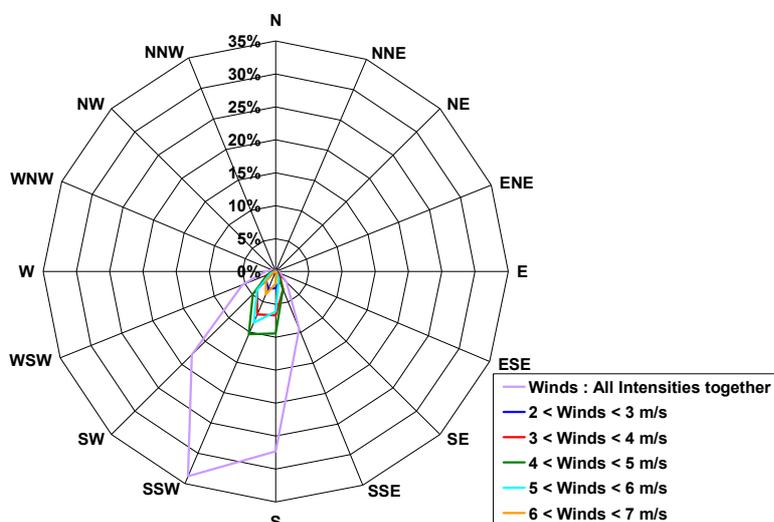
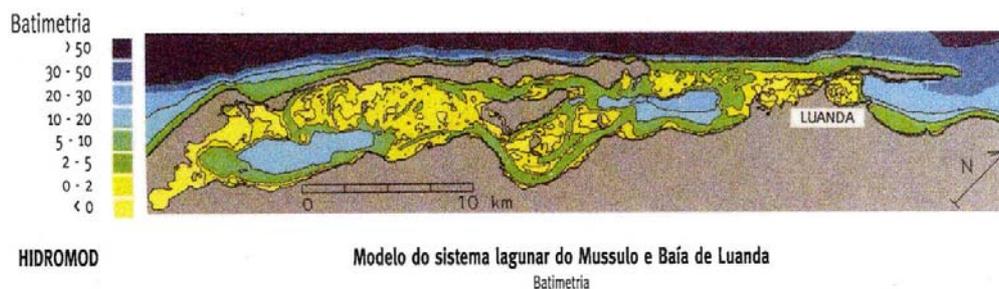


Figura nº 11 - DISTRIBUIÇÃO DE INTENSIDADE E DIRECÇÃO DOS VENTOS

3.2.2. CONDIÇÕES OCEANOGRÁFICAS

3.2.2.1. BATIMETRIA

Os dados disponíveis são extraídos do relatório da CONSULMAR^[5] (ver figura seguinte), do mapa do Instituto Hidrográfico n° 343^[6] (ver planta n° 5C) e duma análise sumária dos fundos a partir de Google Earth.



Na baía do Mussulo, a profundidade média varia entre 2 e 5 m. Contudo, certas zonas mais profundas atingem 22 ou 23 m de profundidade, ao largo da Samba Grande e no Morro Bento, e 15 m ao largo de Quitala até à Pescaria Ramiro.

No quadro seguinte apresentam-se alguns dados sobre os fundos exteriores à baía do Mussulo:

Quadro 7 - fundos fora da baía do Mussulo

	Oeste da baía de Mussulo			Palmeirinhas	
Batimétrica	-10 m	-20 m	-50 m	-10 m	-20 m
Distância média à margem	120 m	300 m	900 m	900 m	2 000 m

Ao largo da Ilha de Luanda e da Chicala os fundos variam de acordo com :

Quadro 8 - fundos ao longo da costa Atlântica de Luanda

	Largo da Baía da Samba Pequena			Ao Sul da Samba Pequena		
Batimétrica	-10 m	-20 m	-50 m	-10 m	-20 m	-50 m
Distância média à margem	700 m	800 m	1 300 m	3 600 m	3 800 m	4 100 m

Os dados disponíveis só cobrem os fundos até 3 km a Este da Ponta das Lagostas. Os fundos ao largo da baía do Cacuaco foram extrapolados a partir destes dados:

- A batimétrica -10 m será a cerca de 1 800 m da margem,
- A batimétrica -20 m será a cerca de 5 000 m da margem.

[⁵] CONSULMAR, "Baía de Luanda – Mussulo – Modelo matemático", Ministério das Obras Publicas e Urbanismo – Direcção Nacional de Infraestruturas - 1994

[⁶] Instituto Hidrográfico, "Porto de Luanda à Ponta das Palmeirinhas", Escala 1/60 000, n°343, edição : Abril 1964

3.2.2.2. MARÉS

A maré em Luanda é de tipo semi-diurna (ciclo de 12,5h) com uma ligeira desigualdade diurna, propagando-se de Sul para Norte. A amplitude da maré é fraca não excedendo os 2,00 m.

O porto de Luanda é o porto de referência na região. Os elementos sobre as marés registadas no porto são as seguintes :

Quadro 9 - Níveis médios de Marés em Luanda

PMVEE: Preia-Mar Excepcional	+2,10 m ZH
PMVE : Preia-Mar Média	+1,87 m ZH
PMME: Preia-Mar de Águas Mortas	+1,39 m ZH
NM : Nível Médio	+1,10 m ZH
BMME: Preia-Mar de Águas Mortas	+0,81 m ZH
BMVE : Maré Baixa Média	+0,33 m ZH
BMVEE: Maré Baixa Excepcional	+0,10 m ZH

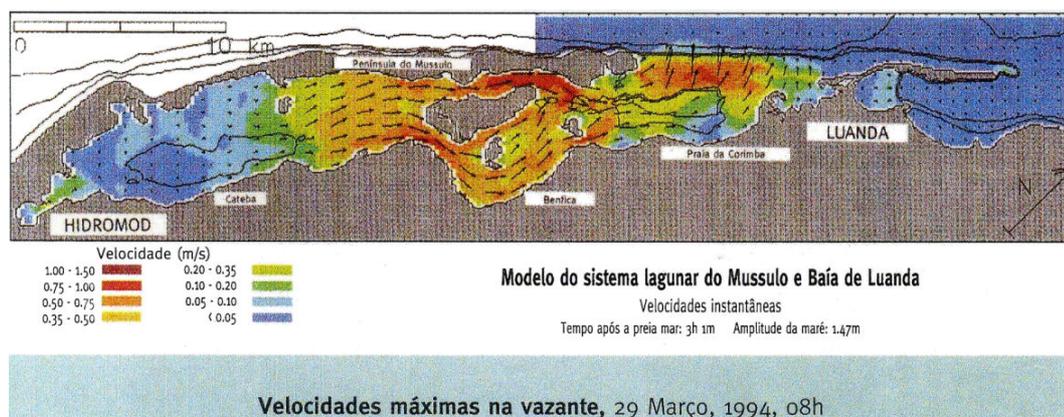
Em Luanda, o Zero Hidrográfico (0 ZH) é definido à cota -1,10 m (abaixo do nível médio do mar).

3.2.2.3. CORRENTES

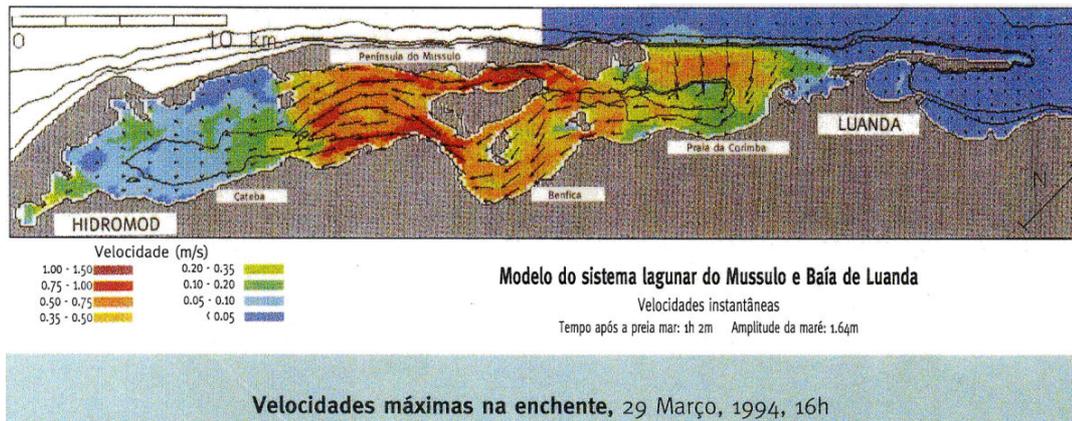
Estão disponíveis dois tipos de dados: as correntes oceânicas ao largo de Angola e as correntes resultantes da maré e do vento na baía do Mussulo.

A. Baía do Mussulo

Os dados disponíveis foram extraídos do relatório da CONSULMAR^[7]: nas zonas profundas (superiores à 10 m) a velocidade não excede 0,20 m/s enquanto que nas zonas de pequena altura de água (1 a 3 m) as velocidades podem atingir 1 m/s.



[7] CONSULMAR, "Baía de Luanda – Mussulo – Modelo matemático", Ministério das Obras Publicas e Urbanismo – Direcção Nacional de Infraestruturas - 1994



B. Ao largo de Angola

Foram realizadas diversas campanhas ao largo de Angola na zona dos campos petrolíferos (Girassol, Bloco 17,...) com duração superior a 1 ano. A análise do conjunto dos dados medidos conduziu às estatísticas seguintes:

Quadro 10 - Correntes ao largo de Luanda

		Profundidade (m)							
		0 m	-3 m	-6 m	-11 m	-16 m	-21 m	-36 m	-51 m
Corrente	Média	0,5 m/s	0,4 m/s	0,4 m/s	0,3 m/s	0,3 m/s	0,2 m/s	0,2 m/s	0,2 m/s
	Máxima	1,8 m/s	1,4 m/s	0,8 m/s	0,7 m/s	0,7 m/s	0,8 m/s	0,6 m/s	0,5 m/s

De acordo com o gráfico seguinte, as intensidades variam essencialmente nos primeiros 10 metros sob a superfície livre.

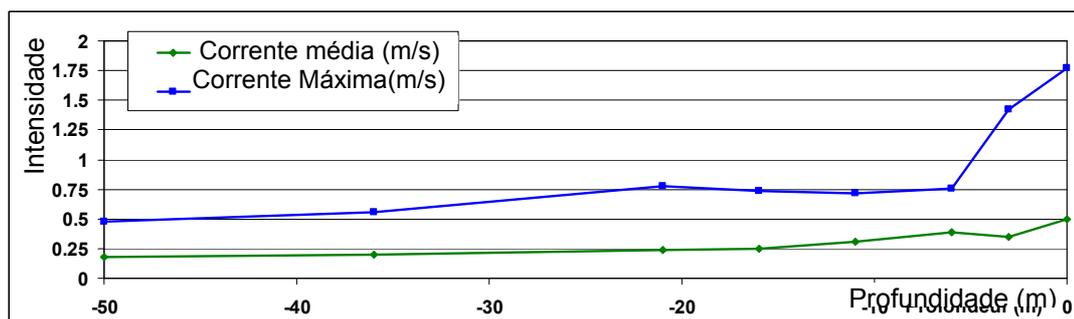


Figura nº 12 - VARIAÇÃO DAS CORRENTES DE ACORDO COM A PROFUNDIDADE

C. Valores retidos para o estudo

Foi feita uma síntese dos dados existentes para definir os valores a utilizar no âmbito do presente plano director:

Quadro 11 - Valores retidos para as correntes

Locais	Correntes		
	mínimo	médio	máximo
Oceano Atlântico	0,10 m/s	0,20 m/s	0,50 m/s
Baía de Mussulo	0,05 m/s	0,10 m/s	0,20 m/s

3.2.2.4. TEMPERATURA E SALINIDADE DA ÁGUA DO MAR

Não existem dados disponíveis para caracterizar a temperatura e a salinidade da água do mar da zona de Luanda, da costa Atlântica ou da baía do Mussulo.

Dois estudos permitem dispor de medições realizadas ao largo de Luanda: no "Bloco 3", para a ELF-Angola, e no Bloco 17, para a TOTAL E&P Angola - PAZFLOR. A temperatura e salinidade nos primeiros 30 metros sob a superfície livre são apresentadas no quadro seguinte:

Quadro 12 - Temperatura e Salinidade da Água do mar ao largo de Angola

Profundidade	Temperatura			Salinidade		
	Máxima	Mínima	Média	Máxima	Mínima	Média
-10 m	28°C	17°C	24°C	36,35 g/l	34,85 g/l	35,80 g/l
-30 m	27°C	16°C	21°C	36,25 g/l	35,50 g/l	35,80 g/l

Face à pequena diferença entre estes valores e na falta de dados complementares, os valores adoptados, na zona de estudo, para a temperatura e salinidade das águas de superfície são valores apresentados para os 10 m adoptados sob a superfície livre.

3.2.2.5. DENSIDADE DA ÁGUA DO MAR

A densidade da água depende da temperatura, da salinidade e ainda da pressão atmosférica. A NOAA (National Oceanographic and Atmospheric Administration) recomenda a utilização da Equação Internacional sobre o Estado da Água do Mar da UNESCO para calcular a densidade. Com base nesta equação foram obtidos os seguintes valores como valores máximos e médios de temperatura e de salinidade considerados no parágrafo anterior:

Quadro 13 -Valores considerados para temperatura, salinidade e densidade

Temperatura			Salinidade			Densidade (kg/m3)		
Máxima	Mínima	Média	Máxima	Mínima	Média	Máxima	Mínima	Média
28°C	17°C	24°C	36,35 g/l	34,85 g/l	35,80 g/l	1026.6	1022.3	1024.4

3.2.2.6. ONDULAÇÃO

Os dados disponíveis sobre a zona ao largo da Angola ("Bloco 3" para ELF-Angola – Bloco 17 para TOTAL E&P Angola – PAZFLOR) dão as seguintes informações:

- O clima da ondulação é dominado pelos ventos alísios dos sectores Sul a Sudoeste. As ondas longas, geradas no Oceano Atlântico Sul, são mais importantes durante o inverno tropical (de Maio a Setembro). Os períodos associados assumem valores até 25 s.

- Durante metade do ano a ondulação sobrepõe-se à agitação regional

As estatísticas mensais relativas às alturas de onda, sem fazer distinção entre ondulação e vaga, são apresentadas no esquema seguinte e mostram que :

- Quase 95% das ondas são inferiores a 2,0 m,
- As ondas mais importantes (superiores a 3,0 m) ocorrem em Maio, Junho e Agosto, afectando a zona do estudo menos de 1 dia por ano (0,12% do tempo).

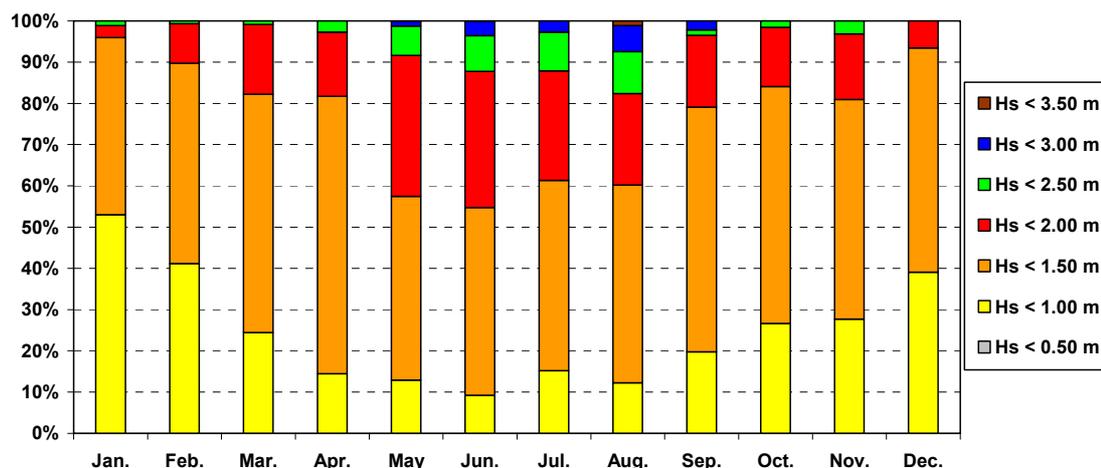


Figura n° 13 - DISTRIBUIÇÃO MENSAL DAS ALTURAS DE ONDA

Finalmente, os valores máximos considerados como critério de dimensionamento estão agrupados no quadro seguinte:

Quadro 14 - Critérios de dimensionamento associados à ondulação

		Período de retorno			Direcção dominante
		100 anos	10 anos	1 ano	
Ondulação	Altura significativa As	4,5m	3,8m	3,1m	SSW
	Período de pico Pp	15,0s	14,6s	14,1s	
Vaga	Altura significativa As	2,15m	1,85m	1,55m	SSW
	Período de pico Pp	8,4s	8,2s	7,9s	

3.2.3. FACTOR DE CONCENTRAÇÃO BACTERIANO

O factor de concentração das bactérias, designado T90, corresponde ao tempo necessário (em horas) para obter uma redução de 90% do número de germes, ou seja, dividindo por dez o número de bactérias.

Tendo em conta os valores adoptados em estudos similares, um valor de 2,5 horas para o T90 parece-nos adequado na região de Luanda, qualquer que seja a estação, devido à temperatura da água, da luminosidade e da irradiação solar. Isso significa que, após 2,5 horas na água do mar, 90% das bactérias estarão mortas e a concentração na pluma será reduzida a 10% da concentração inicial.

3.2.4. OBJECTIVOS DE QUALIDADE

Os usos de águas mais susceptíveis de serem afectados pelos pontos de descarga são as zonas balneares. Com efeito, os vários projectos em curso prevêem o uso do meio marinho e, em especial, das baías de Luanda, Chicala e Mussulo, inseridas nos objectivos de reordenamento da cidade, reconvertendo em zonas turística as ilhas do Cabo (Luanda) e da Chicala bem como da frente de mar da Boavista (confirmando-se a deslocalização do porto e respectiva requalificação da zona), e desenvolvimento turístico da baía do Mussulo.

Não sendo conhecidas zonas de sensibilidade ecológica, as águas balneares são o único objectivo conhecido em termos de qualidade das águas.

Não tendo sido identificadas normas angolanas relativas a esta matéria, seguimos as normas europeias sobre a qualidade das águas balneares, ou seja a nova directiva (nº 2006/7/CE) do Parlamento Europeu e do Conselho, de 15 de Fevereiro de 2006, relativa à gestão da qualidade das águas balneares que revoga a directiva 76/160/CEE.

Os novos limites de qualidade da nova directiva baseiam-se nos seguintes parâmetros:

Quadro 15 - Limites para a classificação das águas balneares (em % das amostras)

Qualidade das águas costeiras	Parâmetro (número de germes / 100 ml)	
	Enterococos Intestinais	Escherichia Coli
Excelente	100 (*)	250(*)
Boa	200(*)	500(*)
Aceitável	185(**)	500(**)

- * Avaliação referente a um percentil 95
- ** Avaliação referente a um percentil 90

Os percentis indicam a taxa mínima das análises que devem cumprir a norma de qualidade. Por exemplo, uma avaliação com percentil 95 significa que apenas um máximo de 5% das amostras recolhidas podem apresentar valores superiores ao limiar referido.

3.2.5. ESTADO ACTUAL DO MEIO MARINHO

Em Maio de 2007 foram recolhidas amostras para avaliar a qualidade actual do meio marinho. Os lugares exactos dos pontos de recolha apresentam-se no Desenho nº8.

As análises foram efectuadas em Luanda pelo Laboratório de Exploração & Produção da SONANGOL. Não foi possível obter análises de CBO5 e de CQO. Como não se conhecem zonas de sensibilidade ecológica, as concentrações de azoto (NH4) e de fosfato (PO4) são dadas à título indicativo.

Os resultados obtidos são agrupados no quadro seguinte:

Quadro 16 - Classificação actual das águas balneares (em % das amostras)

Nº do ponto	Localização	Concentração		
		Escherichia Coli (nº de germes /100 ml)	Azoto amoniaco (mg/l)	Fosfato (mg/l)
1	Enseada do Buraco (do lado da baía do Mussulo)	10	< 0,05	< 0,08
2	Ilha da Cazanga ("dos Padres"), em frente à Ilha dos Pássaros	30	0,085	< 0,08
3	Mussulo, em frente à Ilha da Cazanga ("dos Padres")	0	< 0,05	< 0,08
4	Chicala (junto ao estaleiro da Mota-Engil)	60	0,14	< 0,08
5	Na ilha, do lado do mar, em frente ao edifício CNL	10	< 0,05	< 0,08
6	Meio da baía de Luanda (entre a base da marinha e o porto)	30	0,065	< 0,08
7	Meio da baía de Luanda (entre ponta da Ilha e fort. de S.Pedro)	0	< 0,05	< 0,08
8	Na baía do Cacuaco, junto à foz do rio Mulenvos	0	< 0,05	< 0,08

Estão assim cumpridas as normas bacterianas sobre a qualidade das águas nestes diferentes pontos.

No entanto, a presença de Escherichia Coli e de azoto amoniacal no meio da baía de Luanda (ponto 6) confirma que nem todas as águas residuais são recolhidas para serem descarregadas no emissário actual e que a qualidade das águas próximas da margem não está certamente dentro das normas em vigor.

As pequenas profundidades na parte Sul da baía, onde a água quase não circula, são cobertas de lodo, o que implica a produção de odores desagradáveis de origem marinha.

oOo

4.

ZONAMENTO DOS MODOS DE SANEAMENTO

4.1. OBJECTIVOS

A escolha do modo de saneamento deve ser feita tendo em conta todos os critérios, ambientais, técnicos, sociais e económicos, sabendo que estes, se podem resumir numa questão simples: num bairro determinadas características, qual é a opção mais económica e viável do ponto de vista técnico e financeiro e que seja funcional, aceite pelos utentes, e seja inócua do ponto de vista ambiental.

Em Luanda, a problemática do zonamento dos modos de saneamento assenta em duas questões:

- Escolha de um saneamento colectivo ou individual;
- Para as zonas com saneamento colectivo, escolha entre uma rede de tipo unitária ou separativa.

Tendo em conta a rapidez com que a cidade evolui e vai evoluir nos próximos anos, o grande desafio que se coloca é definir o horizonte de implementação das infra-estruturas de saneamento, bem como assegurar que os sistemas colectivos agora propostos no presente estudo são executados ao ritmo das obras de expansão previstas. Uma outra questão orientadora, e substancialmente mais importante, é saber o estado actual do problema e definir, claramente, que nível de serviço se pretende obter, ainda que a prazo.

4.2. APTIDÃO DOS SOLOS PARA SANEAMENTO INDIVIDUAL AUTÓNOMO ⁸

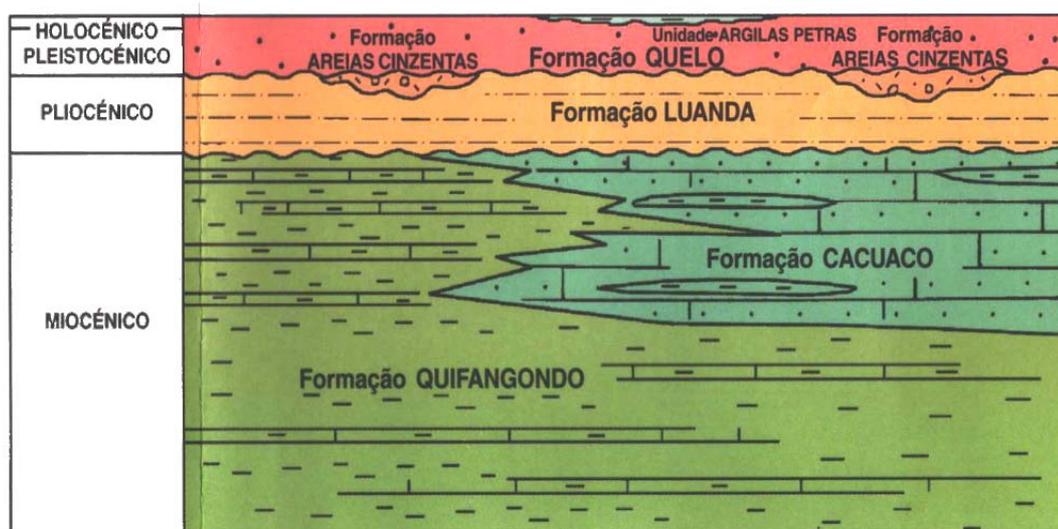
4.2.1. BREVE NOTA GEOLÓGICA

A aptidão dos solos para a utilização de sistemas individuais de saneamento está intimamente relacionada com a tipologia de solo existente.

⁸ Excertos dos documentos: i) Carta Geotécnica de Região de Luanda – 1ª Aproximação, Eng.º Horta da Silva e Eng.º Gomes Teixeira, Luanda 1973; ii) Carta Geológica de Luanda, Prof.º Italo Sgrosso e Prof.ª Dr.ª Maria Luísa de Moraes. Agradecem-se também as incedíveis colaborações do Prof. Dr. Eduardo de Moraes, Prof.ª Dr.ª Maria Luísa de Moraes e Dr. Cirilo Cauxeiro.

Por este motivo faz-se um breve enquadramento geológico da região de Luanda, cujas formações se podem agrupar do seguinte modo:

- Quaternário
 - Ilhas, praias e aluviões;
 - Cordões litorais;
 - Formação Cazenga;
 - Formação Muceque ou Quelo;
- Terciário
 - Formação Luanda;
 - Formação Cacuaco;
 - Formação Quifangondo.



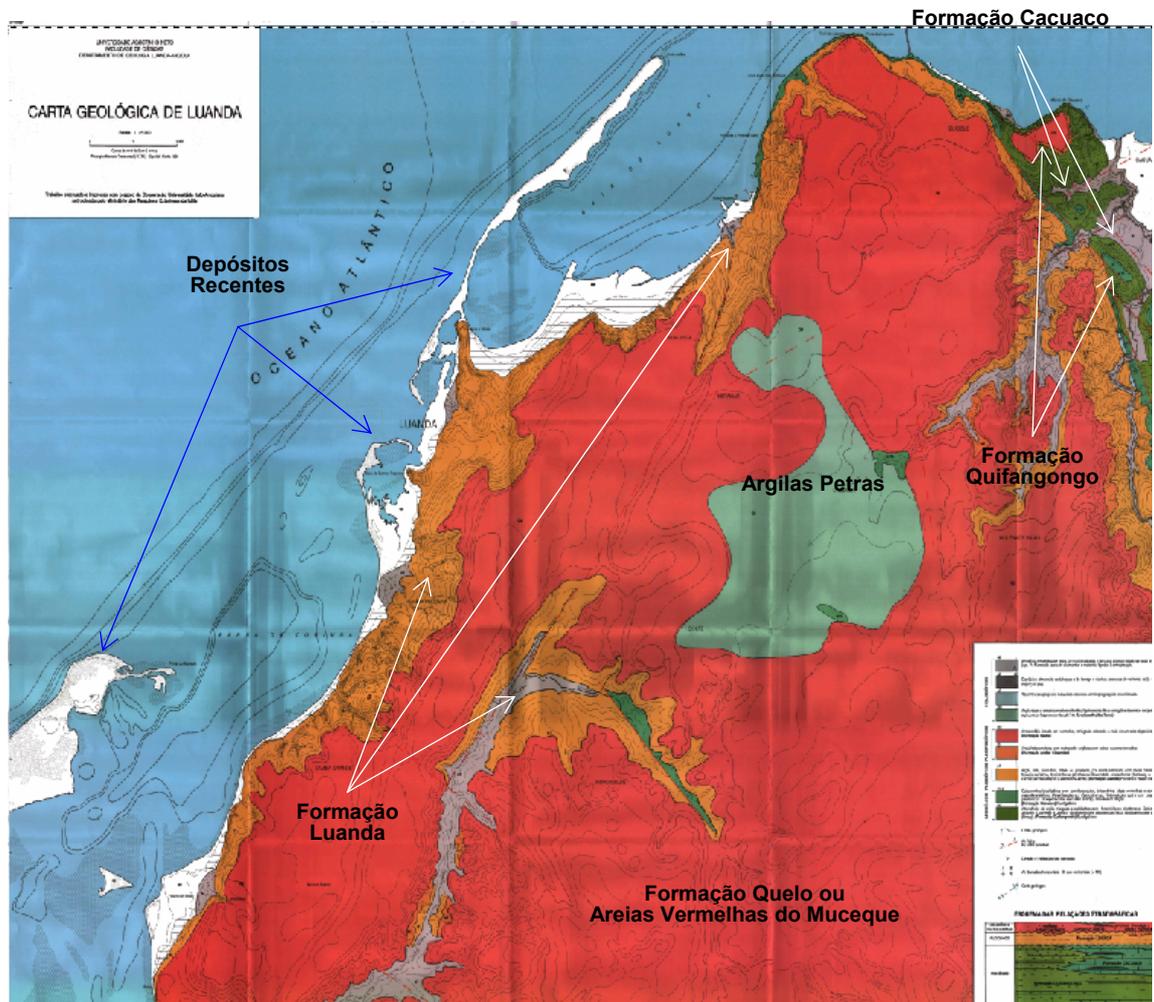
Fonte : Carta Geológica de Luanda, 1 :25 000, Prof^a Italo Sgrossso e Prof.^a Maria Luísa Duarte Morais, Luanda 2000.

Figura n° 14 - **RELAÇÕES ESTRATIGRÁFICAS DAS FORMAÇÕES DA REGIÃO DE LUANDA**

- **Formação Quifangondo:** é constituída por argila e margas cinzento-acastanhadas com intercalações de calcário, mas com predominância de sedimentos argilosos.
- **Formação Cacuaco:** é constituída por calcarenitos bioclásticos formando corpos lenticulares essencialmente maciços, entre os elementos esqueléticos são reconhecidas algas vermelhas incrustantes ou em rodólitos, equinodermes, quer inteiros como radiólitos e placas, lamelibrânquios e moluscos, macroforaminíferos. Este material é geralmente bem cimentado, apresentando por vezes um aspecto esponjoso devido à dissolução secundária do cimento.

- **Formação Luanda:** na parte alta da área em estudo é, sem dúvida a mais característica, e a mais examinada. No entanto apresenta variações importantes de fácies que importa descrever:
 - Argila cinzenta e esverdeada com lentes milimétricas e descontínuas de areia muito fina e amarelada.
 - Alternância milimétrica e centimétrica de silte e de areia fina esbranquiçada e amarelada.
 - Areia médio ou fina com laminação horizontal.
 - Areia média a grosseira com raros seixos sub-redondos.
 - Areia heterométrica de cor acastanhada e vermelha atijolada, com pequenos seixos dispersos e localmente concentrações de minerais pesados.
 - Areia heterométrica com espessuras variáveis decimétrica constituída predominantemente por fragmentos de ostras que encerram dispersos seixos.
 - Areia média com abundante matriz siltoso-arenosa, com raros seixos subordinadamente de dimensões inferiores ao centímetro.
 - Areia grosseira com seixos subarredondados com dimensões variáveis em abundante matriz siltosa.
 - Alternância de conglomerados e areia.
- **Formação Areias Cinzentas:** ao longo do sector setentrional, na localidade da Praia de Pauli, afloram sedimentos constituídos por areia heterométrica com abundante matriz siltosa-arenosa no seio dos quais se encontram imersos seixos subarredondados de dimensões centimétricas.
- **Formação Quelo (ou Areias Vermelhas do Muceque):** a grande parte da área em estudo, sobretudo a área mais elevada, é constituída por um solo vermelho correspondente a uma cobertura de areias vermelhas ferralitizadas. Tais sedimentos que recobrem as formações neogénicas subjacentes são constituídas por areias essencialmente quartzosas de cor vermelho tijolo com granulometria média a fina, moderadamente a pobremamente seleccionada, com baixas percentagens de matriz argilosa formada por caulinite, ilite, com abundante pigmentação de hematite e geotite, formando por vezes concreções ferruginosas.
- **Unidade Argilas Petras:** esta unidade informal é constituída por argilas negras e cinzentas com elevada percentagem de montemorilonite e quartzo e uma baixa percentagem de caulinite, calcite e por vezes ilite. Contrariamente à cor escura que apresentam, estes sedimentos contêm uma baixa percentagem de matéria orgânica. Esta unidade cobre essencialmente a área do Cazenga com espessuras variáveis entre alguns decímetros até um máximo de cerca de 2 metros.
- **Depósitos recentes:** na área em estudo existem ainda depósitos constituídos por areias gradadas e médias, por vezes lodosas, com conchas de lamelibranquios e gasterópodes que passam, em profundidade a depósitos arenosos de grão médio a fino e que formam as barras e os cordões litorais, tais como a Ilha de Luanda, a Chicala e o

Mussulo, na zona de Luanda e a norte prolongam-se até às imediações da zona de Cacuaco.



Fonte : Carta Geológica de Luanda, 1 :25 000, Prof.^a Italo Sgrossso e Prof.^a Dr.^a Maria Luísa Duarte Morais, Luanda 2000.

Figura n.º 15 - **CARTA GEOLÓGICA DE LUANDA**

4.2.2. CRITÉRIOS DE APTIDÃO DE SOLOS

Os critérios principais que permitem avaliar a aptidão de um determinado solo para o estabelecimento de sistemas autónomos de saneamento são os seguintes:

- A topografia, nomeadamente a pendente do terreno ;
- A profundidade a que se encontra o substracto rochoso ou impermeável;
- O nível freático do solo;
- A permeabilidade dos solos sub-superficiais.

Um local com boas características para a implementação de um sistema de saneamento autónomos, cingindo-nos a estes quatro critérios, será um local

com: pendente fraca, sub-estrato e nível freático profundos, e permeabilidade elevadas.

4.2.2.1. TOPOGRAFIA

Tal como se pode constatar na Carta de Declives apresentada a topografia da zona do projecto é relativamente simples de descrever.

A zona central da área, correspondente ao centro urbano de Viana, é uma zona ampla e plana, ou com muito pouco relevo. A Norte correm os rios Bengo e Mulenvos que acentuam ligeiramente a pendente do terreno nos vales. A zona Sul é também bastante plana, apenas marcada pelas poucas linhas de água que drenam para a o rio Kwanza, cujas margem do leito menor correspondem a taludes naturais com pendente moderada.

Toda a zona costeira Oeste é caracterizada maioritariamente por barrocas, mais ou menos pronunciadas, onde as inclinações são elevadas e a acção directa da chuva e as escorrências das linhas de água que para ali drenam a tornam muito erodível.

Na zona da cidade de Luanda há a registar uma bacia que drena para a baía de Luanda, o rio Seco, que drena para a zona da Praia do Bispo / Samba Pequena. O rio Cambamba que tem origem na vala do Senado da Câmara, junto ao estádio da Cidadela, e dirige-se para sul desaguando na baía do Mussulo na zona de Benfica. A Norte da cidade existe ainda o rio Soroça que drena para Norte, desaguando próximo do Porto Pesqueiro.

A todas estas linhas de água correspondem margens com vertentes mais ou menos abruptas cujos condicionalismos serão tidos em consideração nas soluções de saneamento a indicar.

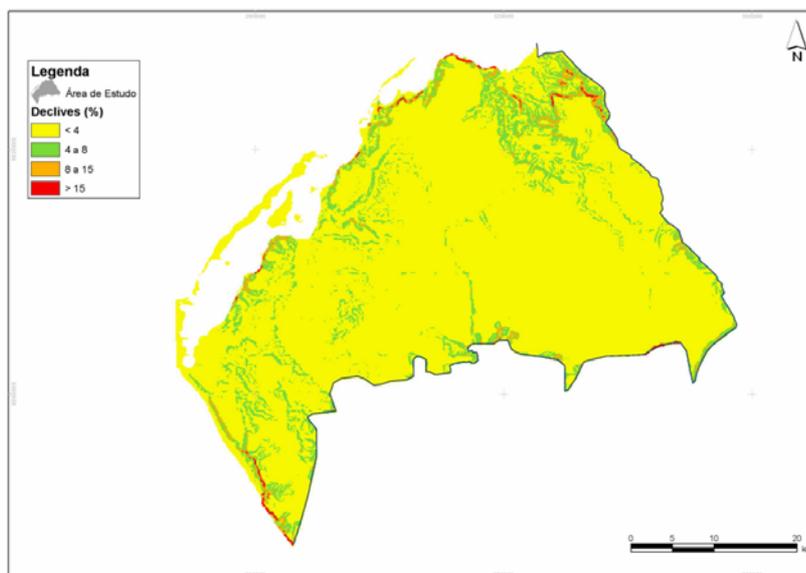


Figura nº 16 - CARTA DE DECLIVES

4.2.2.2. PROFUNDIDADE DO SUBSTRATO ROCHOSO OU IMPERMEÁVEL

O substrato rochoso encontra-se tipicamente a centenas ou mesmo quilómetros de profundidade. Contudo a permeabilidade das formações Quifangondo, Cacuaco, e outras que bordejam a área de intervenção, são muito baixas, pelo que se devem considerar estes substratos como impermeáveis.

Nestas condições, e dado o actual conhecimento geológico e geotécnico da área em estudo, à excepção da zona Nordeste do estudo não há constrangimentos colocados por este parâmetro uma vez que a profundidade a que as formações impermeáveis se encontram, salvo as excepções mencionadas e apresentadas na ilustração, são de dezenas ou mesmo centenas de metros.

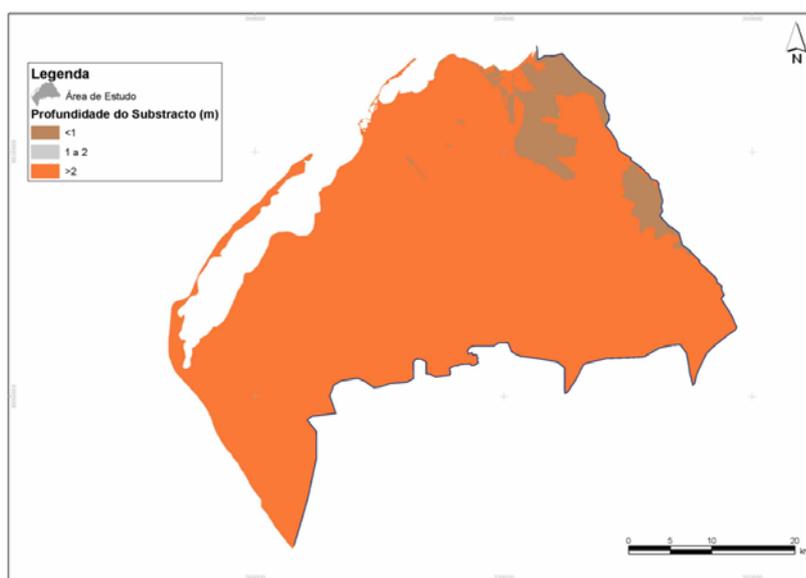


Figura nº 17 - CARTA DE PROFUNDIDADE DO SUBSTRATO ROCHOSO

4.2.2.3. NÍVEL FREÁTICO DO SOLO

Apesar de existirem alguns aquíferos na região de Luanda, alguns com dimensões suficientes para serem encarados como fonte de abastecimento de água às populações, O nível freático da zona do estudo é, quase na totalidade, bastante profundo, da ordem das dezenas de metros.

Há no entanto que referir a importância de alguns casos pontuais. Em primeiro lugar as zonas costeiras, de cotas muito baixas, onde o nível freático rondará o nível da água do mar e, portanto, se encontra relativamente superficial.

Existem também outros casos, muito pontuais, que se julgam estarem associados a:

- Roturas no sistema de abastecimento de água;
- Roturas no sistema de drenagem unitário;
- Existências de lagoas (depressões naturais onde a água se acumula e aí permanece durante longos períodos);

- Outros factores ainda desconhecidos;

De acordo com o conhecimento actual, a situação que se coloca com mais acuidade, focaliza-se na zona de Rangel, onde se destacam algumas das principais conclusões de um estudo⁹ realizado nesta área:

- As águas subterrâneas fluem para o Noroeste e esta direcção mantém-se invariável ao longo das distintas épocas do ano;
- A inundaçãõ das águas no Município deve-se a 4 factores: águas subterrâneas relativamente profundas de média e alta mineralização, água das chuvas, águas de roturas das redes de abastecimento de água e das águas residuais;
- A profundidade das águas salobras em diferentes áreas oscila entre 0 e 3m de profundidade;
- Os valores elevados de sílica, mineralização total, do teor de Cl/Na das águas, e da sua estabilidade no tempo, tanto para a seca como para a chuva são factores que indicam claramente uma origem relativamente profunda das águas subterrâneas salobras que inundam o Município.

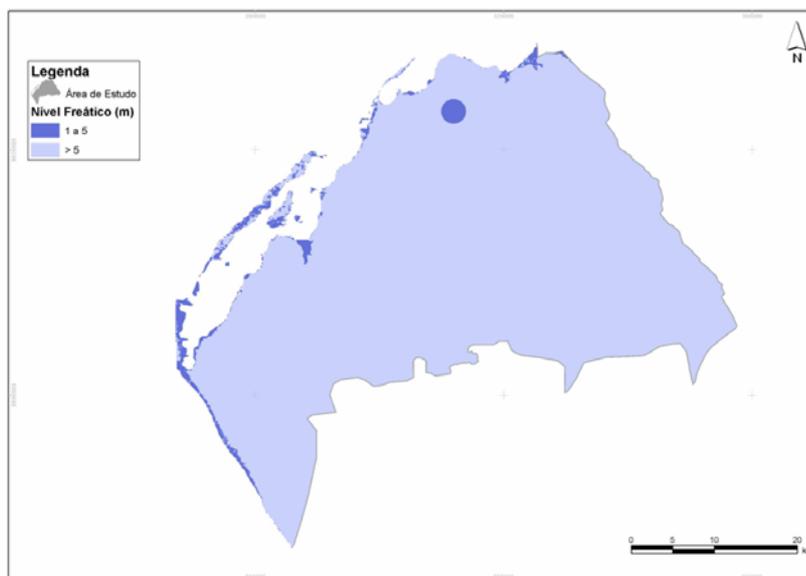


Figura n.º 18 - CARTA DE NÍVEL FREÁTICO

⁹ Informação Situação de Rangel – Relatório Técnico. Autores: A. Sicato, A. Chico, Daniel Mateus, V. Roque. Coordenadores: Juan Sánchez, Robert Ramirez, Elmídio Cruz. Luanda, Janeiro 2007.



Figura n° 19 - IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA A QUE SE REFERE O ESTUDO

4.2.2.4. A PERMEABILIDADE DOS SOLOS SUB-SUPERFICIAIS

Apesar de existir um conhecimento geológico relativamente consolidado, fruto das investigações e trabalhos das universidades e das campanhas de caracterização para as companhias petrolíferas, não foram encontrados estudos com referência a dados de permeabilidade dos solos, baseados em medições de campo.

Nestas condições, em conjunto com uma equipa de especialistas em geologia e hidrogeologia, for definida uma campanha de ensaios de campo que, com o nível de confiança adequado ao presente estudo, permitisse caracterizar a permeabilidade das diferentes unidades geológicas da área de Luanda.

Os ensaios foram realizados em furos executados por um trado de lâminas cortantes, com 50cm de diâmetro exterior, tendo-se atingido a profundidade aproximada de um metro, em cada ensaio. Com o objectivo de caracterizar a capacidade de infiltração dos solos, procedeu-se à introdução de um tubo de PVC com o mesmo diâmetro, cravado cerca de 10cm abaixo da cota inferior do furo realizado pelo trado, com o objectivo de impedir infiltrações laterais, um vez que a permeabilidade vertical é a mais relevante para o caso em análise.

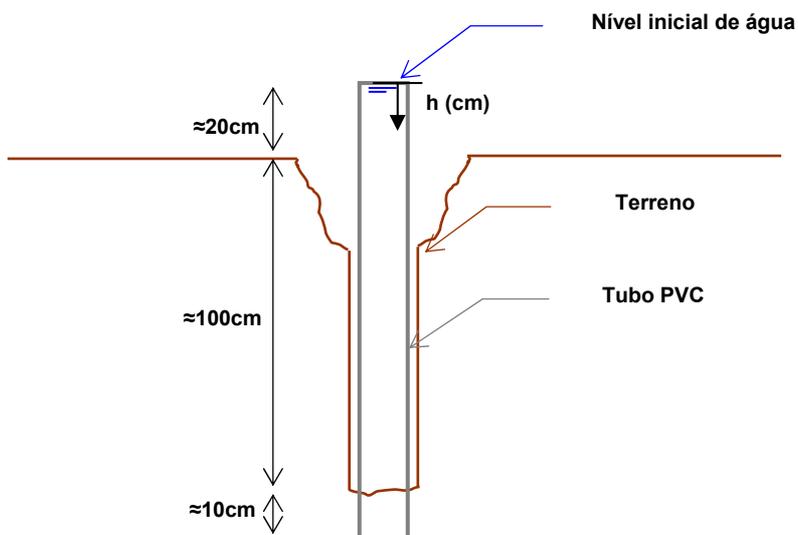


Figura n° 20 - ESQUEMA DOS ENSAIOS REALIZADOS

Os valores da capacidade de infiltração das formações Quifangondo, Cacuaco, entre outras menos relevantes por serem limítrofes à área em estudo, e a unidade Argilas Petras, é algumas ordens de grandeza inferior a centímetros por hora, pelo que para o presente estudo se consideram incluídas na classe com capacidade de infiltração inferior a 1cm/h.

As restantes formações, que na prática se resumem à formação Luanda e à formação Quelo, sabia-se que eram de permeabilidade bastante superior, mas não havendo forma de quantificar, definiram-se, em função da importância e da dispersão espacial das formações, os pontos de ensaio, que se apresentam na ilustração.



Figura n° 21 - IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS DE ENSAIO

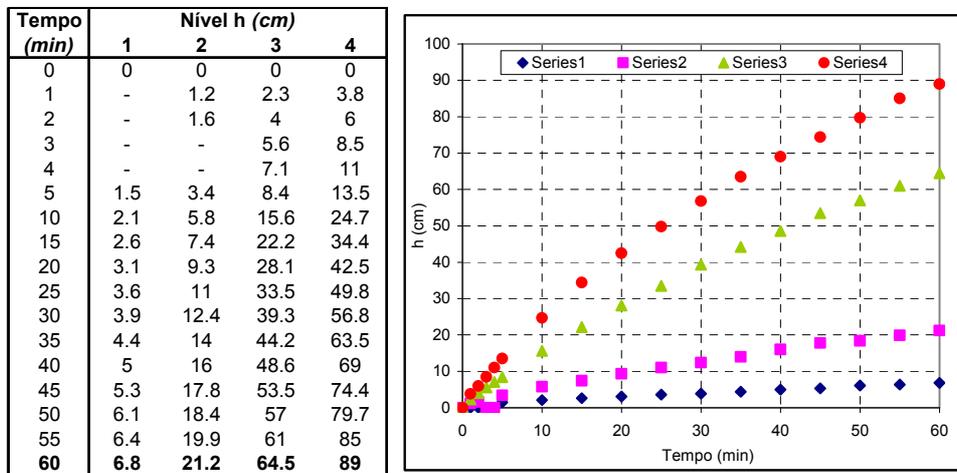


Figura nº 22 - RESULTADOS DOS ENSAIOS

Os valores obtidos indicam claramente que os solos ensaiados, das formações Quelo e Luanda, são, ainda que se admita que outros locais possam apresentar taxas de infiltração relativamente mais baixas, bastante aptos para receberem sistemas de saneamento do tipo autónomo, no que concerne apenas ao parâmetro permeabilidade. A este respeito refere-se ainda que as classes a considerar são três: permeabilidade inferior a 1 cm/hora (solos pouco aptos); entre 1 e 3 cm/hora (solos medianamente aptos); e superior a 3 cm/hora (solos bastante aptos). Como se torna facilmente perceptível pelos valores apresentados, qualquer uma destas formações, ainda que se admita poderem haver algumas variações de fácies, apresenta valores que se enquadram na gama dos solos bastante aptos a receberem soluções de saneamento do tipo autónomo.

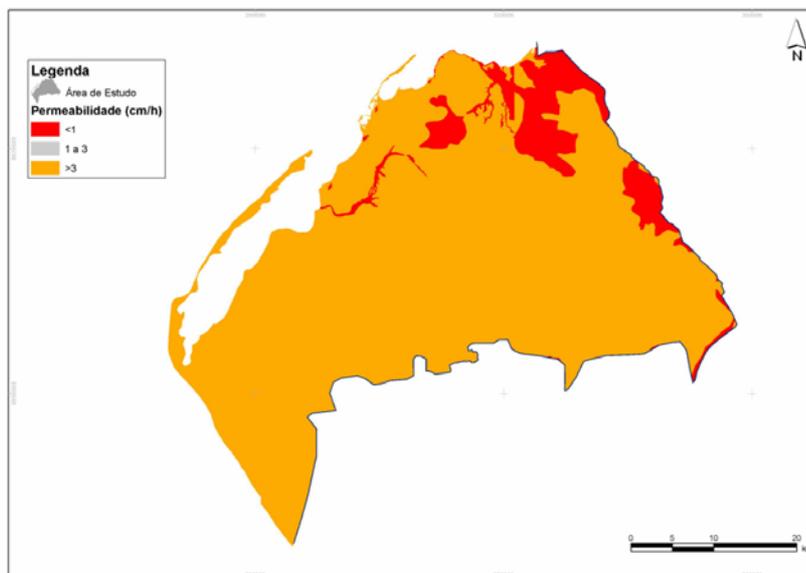


Figura nº 23 - CARTA DE PERMEABILIDADE DO SOLO

4.2.2.5. CLASSIFICAÇÃO DA APTIDÃO DO SOLO PARA IMPLEMENTAÇÃO SANEAMENTO AUTÓNOMO

Com base nos critérios apresentados anteriormente, foi realizado um estudo, com recurso às recentes técnicas de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), que permitiu obter e avaliar todas as combinações dos parâmetros apresentados e existentes na área em estudo. Dessa análise, resultou uma classificação de aptidão e um zonamento que se apresentam no quadro da página seguinte.

O quadro apresentado deverá ser analisado em conjunto com o Desenho 9. Conforme se pode observar, a análise excedeu a área de estudo do projecto, uma vez que se dispunha de informação sobre algumas áreas limítrofes, embora se saliente que estão em curso alguns trabalhos de caracterização mais pormenorizada dessas áreas que bordejam (a Norte e Este) o plateau de Luanda, pelo que estes resultados deverão ser considerados como indicações preliminares. De igual forma, pretendeu-se que a análise caracterizasse de uma forma geral as principais áreas e formações da área de estudo. Esse objectivo foi cumprido, mas salienta-se que poderão existir zonas localizadas, em especial nos limites das áreas definidas, com características diferentes das que se assumiram. Por este motivo, em qualquer umas das fases posteriores de implementação de um sistema saneamento, deverão ser, previamente, confirmadas as características do solo, pelo menos as que interessam a esta análise de aptidão.

GOVERNO PROVINCIAL DE LUANDA - ELISAL
REVISÃO DO PLANO DIRECTOR DE SANEAMENTO DE LUANDA
RELATÓRIO FINAL

Quadro 17 - Classificação da aptidão do solo para implementação de saneamento autónomo individual

Aptidão do solo para implementação de saneamento autónomo individual			Critérios geológicos, hidrogeológicos e topográficos										
ID (SIG)	Classe	Obs. / pormenorizar	Profundidade do nível freático (m)			Profundidade do substrato rochoso (m)		Permeabilidade do solo (cm/h)		Pendente do terreno (%)			
			>5m	5-1m	<1m	>2m	<1m	>3	<1	<4	4 a 8	8 a 15	>15
10	Apto			x		x		x			x		
45	Apto		x			x		x				x	
13	Apto/médio	Pend.		x		x		x					
44	Bom		x			x		x			x		
46	Bom		x			x		x		x			
47	Bom/Médio	Pend.	x			x		x					
39	Média		x			x			x		x		
40	Média		x			x			x			x	
41	Média		x			x			x	x			
11	Média			x		x		x				x	
12	Média			x		x		x		x			
42	Média/Pouco favorável	Pend.	x			x			x				
6	Pouco favorável			x		x			x	x			
7	Pouco favorável			x		x			x			x	
8	Pouco favorável			x		x			x	x			
9	Pouco favorável			x		x			x				
14	Pouco favorável			x		x		x					x
48	Pouco favorável		x			x		x					x
15	Pouco favorável/Inapto	Subs./Perm.		x								x	
29	Pouco favorável/Inapto	NF				x		x					x
33	Pouco favorável/Inapto	NF/Subs./Per.											x
53	Pouco favorável/Inapto	Subs./Per.	x										x
1	Inapto			x			x		x		x		
2	Inapto			x			x		x			x	
3	Inapto			x			x		x	x			
4	Inapto			x			x		x				
5	Inapto			x			x		x				x
18	Inapto						x		x		x		
19	Inapto						x		x			x	
20	Inapto						x		x	x			
21	Inapto						x		x				
22	Inapto						x		x				x
34	Inapto		x				x		x		x		
35	Inapto		x				x		x			x	
36	Inapto		x				x		x	x			
37	Inapto		x				x		x				
38	Inapto		x				x		x				x
43	Inapto		x				x		x				x
16	NC/Inapto	Subs./Perm.		x						x			
17	NC/Inapto	Subs./Perm./Pend.		x									
23	NC/Inapto	NF				x			x	x			
24	NC/Inapto	NF/Pend.				x			x				
25	NC/Inapto	NF				x		x			x		
26	NC/Inapto	NF				x		x				x	
27	NC/Inapto	NF				x		x		x			
28	NC/Inapto	NF/Pend.				x		x					
30	NC/Inapto	NF/Subs./Perm.									x		
31	NC/Inapto	NF/Subs./Perm.										x	
32	NC/Inapto	NF/Subs./Perm.								x			
49	NC/Inapto	Subs./Perm.	x								x		
50	NC/Inapto	Subs./Perm.	x									x	
51	NC/Inapto	Subs./Perm.	x							x			
52	NC/Inapto	Subs./Perm./Pend.	x										

4.2.2.6. COMENTÁRIO FINAL

A. Dados de base

Para a avaliação da aptidão dos solos foram consultados especialistas locais, assim como os principais estudos existentes referentes à caracterização geológica, geotécnica e hidrogeológica da área de Luanda. Os elementos consultados e os ensaios realizados, não caracterizam exhaustivamente toda a área do estudo, embora a inexistência de dados de pormenor em algumas áreas, não condicione as conclusões obtidas, ou porque se trata de zonas ainda não ocupadas e onde se deverá implementar sistemas modernos do tipo separativo, ou porque um dos parâmetros avaliados é de tal forma preponderante que secundariza o conhecimento dos restantes. A este título exemplifica-se o caso da unidade das argilas petras, cuja permeabilidade é praticamente nula, elemento preponderante em relação ao conhecimento pormenorizado da formação Cacucaco, que lhe está subjacente e que lhe deu origem, que se situa entre 1 a 4 metros da superfície, sem que exista um conhecimento profundo dessas localizações, mas esse conhecimento em nada alteraria as conclusões, visto haver um outro factor totalmente determinante. Ou seja, os elementos obtidos são adequados e suficientes para a macro-avaliação associada a um estudo do tipo Plano Director.

B. Principais conclusões e recomendações

Em termos gerais pode afirmar-se que a grande parte da área em estudo é apta a receber sistemas de saneamento do tipo autónomo, com infiltração de efluentes, esta aptidão generalizada provém das boas características das formações dominantes na área, a formação Quelo e a formação Luanda. Há no entanto algumas zonas críticas, nomeadamente:

- Unidade Argilas Petras. Zona entre o Golfe e o a zona norte de Cazenga, onde a permeabilidade é praticamente nula;
- Algumas zonas que bordejam o “plateau” de Luanda, quer a Norte nas proximidades de Cacucaco e Quifangondo, quer a sul próximo nas vertentes do vale do Kwanza, nas imediações para Leste e Oeste da povoação de Calumbo.

Haverá ainda que salientar que a avaliação da aptidão do solo neste estudo se coloca num plano regional, a nível de Plano Director e, portanto, haverá que sublinhar a importância de confirmar as características do solo antes da execução de qualquer projecto de execução, uma vez que o solo é, espacialmente, altamente heterogéneo e portanto poderá haver locais pontuais onde as indicações aqui apresentadas possam necessitar de ser ajustadas.

4.3. SANEAMENTO COLECTIVO OU INDIVIDUAL: CRITÉRIOS DE ZONAMENTO

A aptidão dos solos para o saneamento individual é um elemento essencial na escolha da implementação de sistemas individuais ou colectivos. Contudo, outros factores intervêm, de forma não menos importante, como a densidade de população, a proximidade de uma rede de saneamento colectiva, a estrutura urbana, ou ainda a presença de uma rede de água potável.

A determinação dos modos de saneamento em cada sector deve, por conseguinte, efectuar-se através da análise de vários parâmetros, os quais são definidos de seguida.

A subdivisão em zonas dos modos de saneamento proposto para a zona urbana de Luanda é apresentada nos desenhos n.º 10 e 11. Faz-se notar que se assume que, a prazo, na globalidade da área de estudo, será implementada uma rede do tipo separativo, fundamentalmente devido ao elevado nível de qualidade ambiental e de serviço que se pretende obter. Cabe no entanto apresentar algumas reflexões importantes na avaliação desta temática para que se outras orientações nacionais estratégicas vierem a ser adoptadas, estejam definidas as zonas mais problemáticas.

4.3.1. APTIDÃO DOS SOLOS AO SANEAMENTO INDIVIDUAL

As conclusões deste estudo estão detalhadas no parágrafo anterior. Julga-se, assim, que a maior parte dos sectores da zona urbana está perfeitamente apta a receber o saneamento individual. Distinguímos, no entanto, dois sectores que, por razões de fraca permeabilidade, não são adequados:

- a zona situada entre os bairros Golfe e o Norte de Cazenga,
- as zonas identificadas ao longo do vale do rio Mulenvos e linhas de água adjacentes.

Será, por isso, importante assumir como sendo estas as áreas onde a actual prática de infiltração (seja em latrinas, fossas ou simplesmente ao ar livre) seja, a prazo, eliminada. O princípio geral de dotar toda a área de um sistema do tipo separativo, obviamente, satisfaz esta exigência.

4.3.2. ESTRUTURAÇÃO DA REDE VIÁRIA

A estruturação da rede viária é um elemento essencial dado que pode condicionar a instalação de uma rede de esgotos. É um grande risco ou até impossível implementar e assegurar a perenidade de colectores sob redes viárias provisórias ou não cobertas. Além disso, uma zona já equipada e organizada em termos de redes viárias tem poucas possibilidades de ser re-estruturada: pode considerar-se que a sua urbanização já atingiu um certo resultado. Isto é indispensável na óptica da implementação de redes.

A estruturação da rede viária é de tal modo importante que um bairro não estruturado está, à partida, condenado a ser equipado com instalações sanitárias sumárias.

A zona urbana Luanda pode classificar-se em 6 categorias com base no único critério “qualidade da estrutura rodoviária”:

- Os sectores constituídos por uma rede viária muito estruturada e correctamente mantida e já em condições de receber uma rede de saneamento se necessário. Nestes sectores está incluído o centro da cidade bem como as novas zonas urbanizadas (como Luanda Sul ou em certos bairros reurbanizados).

- As zonas correctamente estruturadas, em que a urbanização actual pode permitir a implantação de uma rede procedendo a pequenos melhoramentos (Norte de Cazenga, algumas zonas da Corimba ou do Bairro Popular)
- Os bairros em que está prevista ou já está em curso uma reestruturação total (projectos inseridos no âmbito das linhas de crédito chinesas ou a reestruturação prevista para 6 bairros da capital, por exemplo) e, por conseguinte, em condições de receber uma rede de saneamento. O mesmo se passa com os bairros inteiramente novos no horizonte 2025, como é o caso de toda a zona de extensão a Este e a Sul de Luanda Sul, bem como a zona do actual aeroporto.
- As zonas já estruturadas mas que necessitam de ser totalmente reurbanizadas para poder acolher uma rede definitiva (Prenda por exemplo).
- As zonas que necessitam de uma reestruturação profunda da estrutura viária para poder reabilitar a rede já existente (como por exemplo a zona do Marçal e Rangel).
- Os sectores em que não existe estruturação rodoviária (nem organização nem revestimento) e que não podem receber a rede de saneamento a curto prazo. Estão neste caso os sectores de tipo “muceque” que ocupam grande parte da zona urbana.

4.3.3. LIGAÇÕES DOMÉSTICAS À REDE PÚBLICA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Esta variável é essencial porque condiciona a existência de condições de funcionamento da rede de águas residuais. Com efeito, uma ligação à rede de saneamento só pode ser prevista no caso de haver já a ligação à rede de água potável.

O abastecimento de água potável foi estudado com base no Plano Director de Abastecimento de Água Potável à Cidade (Dar - Sondotécnica - Odebrecht, 2007). Este estudo prevê que, no horizonte 2025, o conjunto dos sectores da zona urbana esteja dotado de infra-estruturas que permitem a sua ligação à rede de água potável (ver desenho nº6).

Este parâmetro não desempenha, por isso, um papel de relevo no zonamento dos modos de saneamento de Luanda no horizonte 2025, na medida em que a implementação da rede de abastecimento prevista para o ano horizonte deste projecto abrange a área de intervenção. Não é contudo demais, salientar que, para os sistemas de drenagens de águas residuais funcionarem adequadamente é necessário que exista também um abastecimento de água adequado e portanto este parâmetro deverá condicionar fortemente o ritmo e expansão da rede.

4.3.4. DENSIDADE POPULACIONAL

Admite-se usualmente que, acima de 300 habitantes por hectare, o saneamento individual é uma solução inadmissível técnica e sanitariamente e

que, entre 250 e 300 habitantes por hectare, a sua implementação é extremamente delicada.

Duma maneira geral, para as fracas densidades populacionais, o saneamento individual é preferível em termos de custos. A título indicativo, estudos em África demonstraram recentemente os números abaixo referidos para bairros de padrão superior e médio (para os quais as duas soluções de saneamento colectivas e individuais são exequíveis):

- Para uma densidade populacional muito baixa (cerca de 40 hab/ha, ou seja, cerca de 5 agregados/ha), a rede colectiva por agregado é 10 vezes mais cara do que o saneamento individual.
- Para uma densidade média da população (cerca de 120 hab/ha, ou seja cerca de 16 agregados/ha), a rede colectiva por agregado é 4 vezes mais cara do que o saneamento individual.

A densidade populacional está, além disso, muitas vezes associada ao critério “ligação à água potável”. De acordo com os valores habitualmente admitidos pelas normas O.M.S., concorda-se em fixar em 250 hab/ha o número base de população ligada à rede de abastecimento de água que justifica a instalação de uma rede de esgotos.

Globalmente, o valor de 250 habitantes/ha não é ultrapassado. Exceptuam-se algumas zonas muito densas, como por exemplo Cazenga, e alguns nichos com edificações altas no centro da cidade. Ou seja, à partida este critério da OMS também não é um critério determinante na opção do tipo de rede de saneamento a adoptar.

4.3.5. RENDIMENTO DOS AGREGADOS

Esta variável está associada ao tipo de habitação, o qual reflecte bem os meios financeiros dos seus habitantes. Este factor é importante para a definição de solução de rede de saneamento que seja, não só exequível mas também facilmente mantida.

Constata-se aqui que nenhum sistema de saneamento pode funcionar se não se tiverem em conta os meios económicos quer do indivíduo quer da comunidade. Se o serviço for cobrado este aspecto é especialmente importante, nomeadamente para as redes de saneamento colectivo, em que o custo acumulado de recolha e tratamento será, unitariamente, elevado.

Em relação ao nível de vida, podem distinguir-se em Luanda 3 grandes tipos de bairros no horizonte 2025:

- Os bairros do centro cidade já urbanizados, onde existe uma coabitação de agregados de rendimento variado, mas onde maioritariamente os agregados são suficientemente desafogados para poder participar nos custos de funcionamento de um sistema de recolha e tratamento das águas residuais.
- Os bairros periféricos da cidade, cuja urbanização está actualmente em curso ou em projecto, e onde o rendimento médio das famílias pode suportar sem problemas tais custos a curto prazo. Pode-se citar, por

exemplo, Luanda Sul, bem como urbanizações novas de Kilamba Kiaxi ou Nova Cidade de Cacuaco.

- Os bairros de tipo muceque cuja a reestruturação ainda não está prevista, de imediato, e onde o rendimento médio pode vir a aumentar, mas apenas a longo prazo. A implantação de redes colectivas é, por este motivo, só possível a longo prazo. Trata-se do conjunto de muceques da cidade, para os quais as autoridades pretendem empreender projectos de reurbanização completa. Prevendo-se que todos os bairros sejam reabilitados a longo prazo, sendo as populações realojadas em urbanizações totalmente novas.

4.3.6. SISTEMAS DE SANEAMENTO EXISTENTES

Os sistemas de saneamento existentes, apresentados nos desenhos N°4 e 5, também devem ser tidos em consideração no zonamento. A presença no terreno de fossas sépticas, de redes colectivas ou ainda de estações de tratamento deve influenciar o calendário das intervenções definidas.

O estado de funcionamento destas instalações é também um factor de ponderação na avaliação dos custos pois, muitas vezes, uma reabilitação completa pode ser mais dispendiosa do que a construção de instalações completamente novas.

De acordo com o ponto “Situação actual do saneamento”, a rede do centro da cidade funciona de forma aceitável, embora nos locais de baixa inclinação (nas cabeceiras de montante e nas zonas terminais) o escoamento se faça com muita dificuldade. A recuperação da rede poderá ser encarada, desde que salvaguardada a sua integração na futura rede separativa, e o seu correcto funcionamento hidráulico.

Em contrapartida, em certos bairros, a rede existente está fora de serviço e a sua presença não é, por conseguinte, uma vantagem. É o caso, por exemplo, dos bairros Prenda, Marçal, Rangel, São Paulo, onde a rede actual tem ser totalmente abandonada em benefício de uma reconstrução posterior.

Além disso, grande número dos bairros novos, no horizonte 2025, terá a sua própria rede de saneamento colectiva. É o caso de uma boa parte dos sectores de extensão na parte do Sul da cidade (a Este e a Sul de Luanda Sul). Com efeito, a habitação nesta zona é, e será, constituída maioritariamente por condomínios privados com redes internas. Seria, por conseguinte, uma pena não aproveitar essas redes secundárias e terciárias já existentes e deixar que as águas residuais recolhidas se infiltrassem no seio de cada condomínio. Com efeito, ainda que muitos dos condomínios tenham o seu próprio sistema de tratamento para além das suas próprias redes, estas são muitas vezes sumárias, não sendo possível ter controlo sobre a qualidade do efluente em todos estes condomínios.

Além disso, está actualmente em curso a construção, pela EDURB, de uma Estação de Tratamento de Águas Residuais na parte final do rio Cambamba, e que recebe as contribuições das valas do Senado da Câmara e de Cazenga (parte Sul). É por isso que, embora nestes sectores a densidade populacional seja baixa e o solo tenha condições para a implementação de saneamento individual, a implantação de redes colectivas primárias seria sempre a opção

encarada. Estas redes permitirão agrupar as águas dos bairros do conjunto desta zona a fim de encaminhá-las para uma Estação de Tratamento.

Exceptuando as obras acima citadas, e algumas pequenas ETAR com conclusão prevista para o curto prazo, as restantes estações de tratamento de efluentes domésticos existentes estão fora de serviço e num estado tal que a sua reabilitação já não é possível. Dirigimos, por isso, a nossa atenção para obras novas neste domínio.

O mesmo acontece com as estações de bombagem, excepto para com as da Marginal que cujo reequipamento está abrangido no âmbito de um grande projecto em curso nessa área, sendo relativamente seguro que passarão a funcionar correctamente, bombeando os efluentes do centro cidade até ao emissário submarino da Chicala.

4.4. OPÇÕES DE SANEAMENTO COLECTIVO: UNITÁRIO, SEPARATIVO OU ESPECIAL

4.4.1. OS TRÊS TIPOS POSSÍVEIS DE REDES COLECTIVAS

Numa zona urbana da dimensão de Luanda, são possíveis três tipos de redes: dois do tipo “convencional” (unitário e separativo) e um de tipo “especial”, a seguir apresentados:

- a) As redes unitárias, em que um só colector assegura o transporte das águas residuais domésticas ou equivalentes e das águas pluviais. Em princípio, todas as águas chegam ao exutor que recebe então um efluente de quantidade e qualidade muito variáveis. Para evitar esta situação no caso da existência de uma Estação de Tratamento de Águas Residuais, são construídas obras de desvio ao longo da rede para evitar que a estação receba um caudal superior à sua capacidade.
- b) As redes do tipo separativo, em que são construídas duas redes, uma para as águas pluviais e outra para as águas residuais domésticas ou equivalentes. Em princípio, só as águas residuais chegam à Estação de Tratamento para serem tratadas. Teoricamente, a estação só recebe efluentes em bruto de qualidade relativamente regular e um caudal relativamente bem determinado.
- c) Os sistemas especiais cujo funcionamento hidráulico, não sendo já por gravidade, implicam gastos importantes de energia. Por conseguinte, estão reservados a situações específicas. Existem duas categorias:
 - Evacuação das águas sob depressão (ou “por vácuo”), em que o efluente desliza na rede pela instalação de diferenciais de pressão. O sistema de saneamento por vácuo é apresentado em pormenor no capítulo 7.2.2.
 - Evacuação das águas sob pressão na totalidade do percurso, a rede que funciona em carga.

Estes três sistemas apresentam características próprias e não são de modo nenhum adaptadas a todas as situações.

4.4.2. VANTAGENS E INCONVENIENTES

Sistema	Domínio de utilização privilegiada	Vantagens	Inconvenientes	Condicionais de exploração
Unitário	<ul style="list-style-type: none"> ■ Meio receptor afastado dos pontos de colecta ; ■ Topografia com fraco relevo ; ■ Impermeabilização importante e topografia acentuada da região; ■ Caudal de estiagem importante no curso de água receptor importante. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Concepção simples : um único colector, uma única ligação por edifício; ■ Obstrução reduzida do subsolo; ■ À partida económico (dimensionamento médio apenas imposto pelas águas pluviais) ; ■ Aspecto tradicional, na evolução histórica dos bairros; ■ Não há risco de haver ligações erradas. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Caudal na Estação de Tratamento muito variável; ■ Aquando de tempestades, as águas residuais diluem-se nas águas pluviais; ■ Quantidade significativa de areia que chega à Estação de Tratamento; ■ Onda de poluição bastante importante quando das primeiras chuvas após um período seco; ■ Lançamento directo no meio receptor da mistura "águas residuais - águas pluviais" em vez de serem separadas as águas residuais nos descarregadores de tempestade 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Manutenção regular dos descarregadores de caudais de cheia e das bacias de retenção; ■ Dificuldade de avaliação das descargas directas no meio receptor.
Separativo	<ul style="list-style-type: none"> ■ Pequenos e médios agregados populacionais; ■ Zonas novas (extensão de cidades); ■ Baixo caudal de estiagem no curso de água receptor. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Diminuição do diâmetro médio da rede colectora das águas residuais ; ■ Facilidade de exploração da estação de tratamento ■ Melhor preservação do ambiente dos fluxos poluentes domésticos ; ■ Alguns custos de exploração são limitados (nomeadamente bombagem dos efluentes). 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Obstrução importante do subsolo; ■ Custos de investimento elevados ; ■ Risco importante de serem cometidos erros de ligação. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Vigilância acrescida das ligações ; ■ Manutenção de uma área importante de colectores (águas residuais e fluviais) ; ■ Manutenção de obras específicas (sifões, câmaras de corrente de varrer, sarjetas); ■ Manutenção das estações elevatórias e dos desarenadores; ■ Detecção e localização das anomalias (erros de ligação, afluência d caudais pa (Cont.) passagem -- cameras TV).

Sistema	Domínio de utilização privilegiada	Vantagens	Inconvenientes	Condicionalismos de exploração
Especiais	<p>Estes sistemas são utilizados em casos especiais e as suas vantagens respondem a constrangimentos locais específicos :</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Terrenos planas ; ■ Densidades fracas ; ■ Caudais de efluentes irregulares ; ■ Ligações intercomunais. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Utilizável em terreno plano; ■ Adaptado quando a toalha freática está próxima da superfície; ■ Canalizações não muito profundas 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Custo de exploração mais elevados do que com um sistema por gravidade; ■ Risco de desenvolvimento de gás tóxico e corrosivo (H₂S) em sistemas muito extensos; ■ Equipamentos frágeis: bomba, bomba de vácuo, válvula automática de isolamento, etc. ; ■ Os sistemas em depressão deixam de funcionar em caso de fuga. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Manutenção e controlo regular das estações de bombagem e das válvulas automáticas de isolamento; ■ Controlo da estanqueidade das redes em pressão; ■ Tratamento dos efluentes sépticos (casos H₂S); ■ Detecção e localização das chegadas de águas parasíticas.

4.4.3. REDES COLECTIVAS PROPOSTAS PARA LUANDA

4.4.3.1. NO CENTRO DA CIDADE EQUIPADA

O objectivo “drenar a cidade” constitui há muito tempo uma das principais preocupações dos diversos projectos realizados no passado. Este objectivo dirige-se em particular às zonas frequentemente inundáveis e sob a ameaça constante de regresso aos acontecimentos de 1984.

Actualmente, no centro da cidade, o problema da drenagem das águas pluviais confunde-se com o da evacuação das águas residuais, na medida em que a quase totalidade do sistema existente foi realizado sob a forma de rede unitária. Os programas de reabilitação, de renovação ou substituição das infra-estruturas realizados até ao presente pressupunham implicitamente ter em conta estes dois aspectos em simultâneo.

Contudo, desde há alguns anos que o centro cidade de Luanda é visto numa perspectiva de modernização, em resultado da sua enorme expansão económica, que se traduz pela implementação de projectos ambiciosos de renovação das infra-estruturas.

Dos projectos e obras de saneamento em curso nesta zona, a renovação da avenida marginal (av. 4 de Fevereiro), inserido no projecto baía de Luanda, tanto na sua parte terrestre como na sua parte marítima, é o motor desta renovação e permite efectivamente compreender o que a cidade de Luanda espera do seu desenvolvimento com ambição e rapidez. Este projecto visa renovar a frente de mar da baía de Luanda num horizonte temporal próximo, 2010. Esta intervenção inclui a reabilitação de algumas das infra-estruturas de saneamento, de transporte rodoviário e pedonal, bem como a dragagem da parte mais poluída da baía.

Nesta linha de acção, cita-se igualmente a reconstrução total de vários bairros do centro cidade, com a construção de redes tipo separativo. Um projecto a

realizar ao abrigo de financiamento chinês e que prevê igualmente a reconstrução das Valas do Soroca (incluindo Lagoa de S. Pedro), Senado da Câmara, Vala do Cazenga, e Rio Seco. Paralelamente às valas a instalar nestas linhas de água, serão construídos colectores de águas residuais.

Tendo em conta os diferentes projectos em curso no centro da cidade de Luanda, convém propor um sistema de saneamento funcional, moderno, e compatível com as ambições de desenvolvimento da cidade. Recomenda-se, por isso, a implementação generalizada de um sistema de saneamento de tipo separativo no centro da cidade.

Nesta óptica, a rede unitária actual deverá, em função dos sectores:

- Ou ser abandonada totalmente, reconstruindo duas redes (águas residuais e águas pluviais).
- Ou ser mantida para o saneamento das águas residuais (construindo uma nova rede para as águas pluviais).
- Ou ser mantida para o saneamento das águas pluviais (construindo uma nova rede para as águas residuais).

Esta escolha deverá ser efectuada com rigor e caso a caso com base em estudos posteriores detalhados que tenham em conta nomeadamente o estado actual das redes unitárias em cada sector da cidade.

4.4.3.2. NAS ZONAS PERIFÉRICAS

A necessidade de tratar separadamente os aspectos “águas residuais” e “águas pluviais” não parece merecer contestação nas zonas periféricas. Com efeito, a própria natureza do desenvolvimento da cidade durante estes últimos anos confirma o aspecto ilusório da extensão das redes unitárias fora do centro da cidade.

Por conseguinte, nas zonas de transição e periféricas, como nas zonas de extensão futuras, o princípio geral deve ser a implementação de uma rede tipo separativo. Na maioria dos casos, as redes de águas residuais devem ser feitas de novo.

A. Zonas periféricas de padrão elevado

Nas zonas de extensão actuais e futuras de padrão elevado como Luanda Sul já estão previstas e irão generalizar-se as redes novas tipo separativo. Esta tendência deverá, por isso, ser mantida.

B. Zonas periféricas densas e não organizadas

Nas zonas periféricas densas, a utilização da rede hidrográfica natural deve ser reforçada para as redes pluviais, sendo indispensável a reabilitação da maior parte dos cursos de água, os quais apresentam actualmente más condições de escoamento. A esse respeito, o exemplo da reestruturação actual das Valas de Soroca, Senado da Câmara e Rio Seco deve ser seguido e generalizado para o conjunto de todos os sectores da cidade.

Os princípios definidos no Plano Geral de Esgotos de 1982 continuam a ser de grande aplicação, devendo, contudo, adaptados à evolução real do habitat nas zonas em causa. A sua aplicação pressupõe, no entanto, uma organização da ocupação do solo suficientemente estruturada para evitar que as linhas de escoamento natural sejam invadidas por um habitat anárquico, bem como ser obstruídos por detritos de qualquer natureza. A este respeito, as directivas que resultem do novo planeamento urbano serão, por conseguinte, fundamentais (definição de zonas “non aedificandi”, implementação de regulamentos sobre a ocupação do solo e controlo da sua aplicação).

A limpeza sistemática das numerosas valas parece ser, pelo menos nos próximos tempos, uma necessidade incontornável. Nas zonas periféricas densas da cidade (onde não existe nenhum sistema de recolha regular dos lixos), estas valas constituem locais preferenciais de acumulação dos detritos e, por conseguinte, centros de infecção potencialmente importantes (proliferação dos mosquitos, de moscas e roedores, consequência de desperdícios contaminados em tempos de chuva), em contacto directo com a população (crianças em especial).

4.4.3.3. CASO PARTICULAR DAS FUTURAS ZONAS TURISTICAS

Em relação à problemática do tipo de redes colectivas a instalar em Luanda, o principal dado novo desde o Plano Director de Saneamento de 1996 (SOGREAH) reside na perspectiva geral de aproveitamento da frente de mar e de toda a zona urbana.

Assim, um bom número de sectores é objecto de projectos mais ou menos em estado avançado:

- Reordenamento Paisagístico da Baía Luanda (projecto “Baía de Luanda”),
- Reconversão turística da ilha do Cabo e da Chicala, bem como da frente de mar da Boavista,
- Desenvolvimento turístico da Baía de Mussulo.

Todos estes projectos têm vocação turística do tipo “beira mar”. Assim, as zonas em causa apresentarão no horizonte 2025 um certo número de características típicas deste tipo de urbanização:

- Padrão elevado ;
- Topografia plana ;
- Fraca densidade populacional ;
- Fortes variações dos caudais de efluentes, quer diários quer anuais.

Estas características correspondem precisamente a favoráveis para a aplicação de sistemas de saneamento por vácuo. Além disso, e tendo em conta a dinâmica de modernização importante já desencadeada na cidade graças aos projectos actuais de reurbanização, é proposto para estas zonas o sistema de saneamento por vácuo. O sistema de saneamento por vácuo é apresentado em pormenor no capítulo 7.2.2.

4.5. CONCLUSÃO: REDES PROPOSTAS

O desígnio de uma rápida modernização, em especial a meta de inverter o declínio ambiental das zonas marítimas nobres da cidade, impõem a escolha de um modo de saneamento do tipo separativo em toda a zona do estudo.

As recomendações quanto aos tipos de redes colectivas a implementar em Luanda podem assim resumir-se em quatro grandes eixos:

- No centro da cidade já equipada :
 - Manutenção de um sistema colectivo.
 - Substituição a curto prazo da rede unitária por redes separativas. Deve ser sempre construída uma nova rede adicional, à partida destinada às águas pluviais. Por outro lado, deverá ser construída uma nova rede de águas residuais domésticas quando a rede unitária existente não puder ser utilizada para esse fim.
- Nas zonas periféricas de padrão elevado e/ou nas quais está em projecto ou já em curso a reestruturação urbana, implementação, a curto prazo, de redes colectivas de tipo separativo.
- Nas zonas periféricas densas não estruturadas e cujo urbanização não está ainda programada, implementação de redes tipo separativo, a longo prazo. Esta escolha, claramente expressa pela ELISAL aquando da reunião técnica do 17 de Outubro de 2007 em Luanda, é o resultado de uma forte vontade política de modernizar a longo prazo o conjunto destas zonas periféricas.
- Nas futuras zonas de desenvolvimento turístico à beira mar, preconiza-se o saneamento por vácuo.

oOo

5. AVALIAÇÃO DAS CARGAS HIDRÁULICAS E POLUENTES

5.1. POLUIÇÃO DE ORIGEM DOMÉSTICA

5.1.1. PRODUÇÃO DE ÁGUAS RESIDUAIS POR ZONAS

As estimativas populacionais consideradas para a área em estudo basearam-se essencialmente nos valores apresentados no “Plano Director Abastecimento de Água para a Província de Luanda”, elaborado em 2005. A partir destes valores, foram estimadas para a área deste Plano Director as projecções populacionais, sendo de 5 857 000 habitantes para 2007, ano base do estudo, e de 13 180 000 habitantes para 2025, ano horizonte de projecto.

Uma vez definida a estimativa da população tornou-se necessário proceder à sua distribuição pela área em estudo, de modo a permitir estimar a distribuição espacial dos consumos. No Capítulo 2 constam as projecções populacionais para a área de intervenção. Conforme referido, havendo uma intenção clara de dotar toda a rede de sistemas separativos, não faz sentido analisar sub-zonas, sejam estas definidas por limites administrativos ou outros. Nestas condições orientaram-se as estimativas no sentido de serem aplicadas ao presente estudo, ou seja, as únicas áreas a individualizar são as quatro zonas de colecta da cidade, correspondendo a três uma destas as áreas de influência de cada uma das ETAR e uma quarta à qual corresponde o actual emissário submarino da Chicala.

A avaliação dos caudais de água residuais afluentes aos sistemas de saneamento da cidade de Luanda implica uma grande atenção às tendências de evolução e de distribuição da população, que obrigarão a ajustamentos no decurso da realização dos projectos respeitantes a área em estudo. Nesta fase, verifica-se uma tendência para um crescimento populacional mais acentuado a leste e a sul de Luanda. Estes aspectos foram tidos em conta da distribuição populacional considerada.

Uma vez definida a população de projecto e a sua distribuição espacial no período de análise, os valores dos caudais de águas residuais afluentes à rede de saneamento dependem dos volumes de água fornecidos pelo sistema de abastecimento de água. Tendo em conta o Plano Director de Abastecimento de Água admitiram-se no cálculo dos consumos, capitações médias de referência de 200 L/hab/dia. Estas capitações correspondem a capitações efectivas no consumidor, ou seja, não incluem a parcela de consumo correspondente a perdas de água na rede de distribuição e em todo o sistema adutor.

Assim, de acordo com a Figura nº 9 - estima-se que a produção de águas residuais, para o ano horizonte seja da ordem de quarenta mil metros cúbicos por dia na zona 2 (centro da cidade). Cerca de 700 metros cúbicos, na zona de colecta 1 (norte), cerca de um milhão de metros cúbicos na zona 3 (desde Viana até à zona de Talatona/Benfica), e cerca de 750 mil metros cúbicos diários na futura zona de expansão da nova cidade de Luanda.

5.1.2. AVALIAÇÃO DAS CARGAS HIDRÁULICAS NAS REDES DE ÁGUAS RESIDUAIS

As cargas hidráulicas são os caudais que têm, por razões ambientais, de ser recolhidos pelas redes de águas residuais, tratados e depois lançados no meio receptor.

As cargas poluentes representam à quantidade de poluição emitida que deve ser tratada e lançada no meio receptor. Torna-se pois, necessário proceder à avaliação das cargas poluentes, em conjunto com as cargas hidráulicas, com vista a determinar a linha de tratamento a adoptar, bem como dimensionar as instalações de tratamento. A avaliação das cargas poluentes e hidráulicas foi efectuada para o ano horizonte 2025.

5.1.2.1. DEFINIÇÃO DAS ZONAS DE RECOLHA

A poluição doméstica provém dos bairros de Luanda ligados à rede de saneamento. O zonamento dos modos de saneamento, bem como a rede hidrográfica natural e a configuração das bacias hidrográficas permitem definir claramente quatro zonas de recolha das águas residuais no horizonte 2025 :

- « Zona de recolha do Centro da Cidade » : centro da cidade actualmente equipado, bem como as ilhas do Cabo e da Chicala.
- « Zona de recolha Norte »: todas as zonas situadas a Norte do limite hidrográfico, aproximadamente a partir do eixo Luanda-Viana.
- « Zona de recolha Sul » : todas as zonas situadas a Sul do limite hidrográfico, aproximadamente no eixo Luanda-Viana, sendo a sul delimitado pela bacia do rio Camabamba, e seus afluentes. Esta zona de colecta incluiu, por razões de calendário, as urbanizações que estarão concluídas a curto prazo, na zona da Camama e Kikuxi, e exclui a área destinada ao perímetro agrícola de Kikuxi.
- « Zona de recolha Nova Cidade » : que é, basicamente, toda a área a sul da «zona de recolha sul», e a norte do rio Kwanza. Esta área abrange uma importante faixa litoral, bem como a península do Mussulo. Nesta área prevê-se a construção da nova cidade de Luanda, embora se admita que o horizonte temporal de tal intervenção seja mais longínquo.

5.1.2.2. ESTIMATIVA PA POLUIÇÃO DOMÉSTICA

A. Poluição doméstica considerada

A poluição doméstica produzida pelas habitações é evidentemente a poluição concentrada mais importante em termos de quantidade. São igualmente incluídas no grupo da poluição doméstica as instituições onde vive e trabalha

um grande número de pessoas, nomeadamente os hospitais, as escolas, as empresas e organismos públicos.

Foi realizada uma estimativa da poluição doméstica para cada zona de recolha, considerando o conjunto dos bairros ligados a uma rede colectiva. A poluição foi avaliada em termos de caudais e de fluxos poluentes.

B. Análises das águas residuais efectuadas na rede

Foram efectuadas análises às águas residuais em diferentes locais da cidade de Luanda para determinar a sua carga poluente doméstica.

Os pontos de recolha, 3 no total, situam-se nos seguintes locais (ver também a imagem abaixo):

- Ponto n°1 : estação de bombagem da avenida 4 de Fevereiro;
- Ponto n°2 : Rua Presidente Marien Ngouabi (R. António Barroso);
- Ponto n°3 : Avenida Comandante Valódia.

Para os pontos de recolha n°2 e n°3, a campanha de análises foi efectuada num dia de semana. Para o ponto n°1, as campanhas de análises foram efectuadas durante 24h e quer num dia de fim de semana, quer num dia de semana. Em todas as campanhas, as amostras foram recolhidas durante 24h, para obter uma amostra mais representativa e poder visualizar os eventuais picos de poluição ao longo do dia.

Foram efectuadas as seguintes análises para cada amostra:

Carência química de oxigénio (CQO)

- Carência química de oxigénio (CQO)
- Carência bioquímica de oxigénio, a 5 dias (CBO₅)
- Sólidos em suspensão (SS)
- Azoto total (N_T)
- Fósforo total (P_T)



Figura n° 24 - PONTOS DE AMOSTRAGEM DAS ÁGUAS RESIDUAIS

Os resultados obtidos para cada ponto de recolha são indicados nos seguintes quadros:

Quadro 18 - Resultados das análises das águas residuais para o ponto de recolha n° 1

Hora da recolha	Dia de semana					Fim de semana				
	CQO (mg/l)	CBO ₅ (mg/l)	SS (mg/l)	N _T (mg/l)	P _T (mg/l)	CQO (mg/l)	CBO ₅ (mg/l)	SS (mg/l)	N _T (mg/l)	P _T (mg/l)
06h00	114	60	110	16	1.1	223	106	640	11	1.7
07h00	111	75	81	17	1.2	-	-	-	-	-
08h00	136	63	120	23	2.1	281	112	290	15	1.9
09h00	250	90	110	22	2.3	-	-	-	-	-
10h00	115	52	41	20	2.0	268	103	220	19	2.9
14h00	331	148	130	21	3.8	187	85	81	12	2.7
18h00	151	77	50	16	2.6	139	66	58	19	2.4
20h00	158	45	52	19	2.4	132	63	140	14	2.5
22h00	134	64	64	18	1.5	141	71	52	17	2.9
02h00	117	56	31	15	1.7	152	72	120	18	3.3

Quadro 19 - Resultados das análises das águas residuais para o ponto de recolha nº 2

Hora de recolha	Dia de semana				
	CQO (mg/l)	CBO ₅ (mg/l)	SS (mg/l)	N _T (mg/l)	P _T (mg/l)
22h00	134	39	64	11	1.5
02h00	63	19	36	10	1.1
06h00	85	34	48	10	1.1
10h00	308	161	100	21	1.0
14h00	223	93	78	17	3.1
18h00	761	362	86	23	4.1

Quadro 20 - Resultados das análises das águas residuais para o ponto de recolha nº 3

Hora de recolha	Dia de semana				
	CQO (mg/l)	CBO ₅ (mg/l)	SS (mg/l)	N _T (mg/l)	P _T (mg/l)
22h00	363	135	150	57	7.5
02h00	201	56	150	23	2.9
06h00	156	53	130	19	1
10h00	943	393	560	88	8.7
14h00	447	208	150	36	7.3
18h00	250	141	200	76	9.5

Verifica-se que a concentração das amostras é muito mais fraca que os valores habituais neste tipo de centros populacionais. Os hábitos de consumo de água dos habitantes de Luanda (consumo excessivo, desperdício,...) bem como o mau estado das redes podem justificar estes resultados.

Assim, na determinação da carga poluente da poluição doméstica serão utilizados rácios correspondentes ao ano horizonte 2025 para evitar uma sub-avaliação de carga poluente na elaboração dos cálculos.

C. Hipóteses de trabalho para o ano 2025

As cargas hidráulicas e poluentes foram calculadas com base nas hipóteses de trabalho abaixo descritas. Os diferentes rácios e hipóteses considerados resultam todos da experiência da SOGREA/COBA e são frequentemente utilizados na elaboração de planos directores similares.

- População no ano horizonte 2025

A distribuição da população no ano horizonte 2025 foi calculada para uma população de 13 milhões de habitantes, conforme os estudos demográficos.

Foram definidas várias zonas de densificação no ano horizonte 2025. Foram criadas numerosas zonas habitacionais, devidamente urbanizadas e de densidade média.

- Caudais

As cargas hidráulicas das zonas ligadas à rede de saneamento resultam directamente do número de habitantes obtido no estudo demográfico, pela aplicação das seguintes hipóteses:

- O consumo global de água foi calculado no seio de cada zona com sistema de tratamento colectivo, de acordo com as necessidades de água.
- De seguida, foi aplicada uma taxa de retorno ao esgoto de 80%, correspondendo à relação entre os volumes de água residual descarregada e de água consumida.
- Foi considerado um coeficiente de ponta horária de 1.4 para representar o caudal máximo que chega durante o dia ao exutor.
- Foi igualmente considerado um coeficiente de ponta diário de 1.15.
- Considerou-se que 10% das águas parasitas adicionais cheguem ao exutor da rede. Este baixo valor resulta da grande profundidade do lençol freático em Luanda. Assim, as águas parasitas consideradas provêm quase exclusivamente das fugas na rede de água potável que se infiltram na rede de saneamento.

Por outro lado, os estabelecimentos comerciais, os organismos públicos e as escolas foram incluídos no cálculo dos caudais domésticos descarregados.

- Fluxos poluentes

Os parâmetros de carga poluente admitidos, por habitante, nos cálculos foram os seguintes :

Quadro 21 - Rácios dos fluxos poluentes por habitante

Parâmetro	CBO5 (g/hab./dia)	CQO (g/hab./dia)	SS (g/hab./dia)	N (g/hab./dia)	P (g/hab./dia)	Coliformes (nb/hab./dia)
Rácio considerado	55	110	60	12	2	1.10 ⁺⁹

Estes valores são comparáveis aos rácios habitualmente recomendados. Por exemplo, no caso da CBO5, em França, considera-se um teor de 60 gCBO5/hab/dia.

D. Resultados

Os quadros seguintes sintetizam, para cada zona de recolha, os resultados dos cálculos de população, de caudal e de cargas poluentes domésticas no ano horizonte 2025.

Quadro 22 - Cargas hidráulicas e poluentes domésticos na zona de recolha do Centro da cidade

	Zona do centro da cidade
--	---------------------------------

População (hab.)	215 000
Caudal (m ³ /Dia)	41 000
CBO5 (kg/Dia)	12 000

Quadro 23 - Cargas hidráulicas e poluentes domésticos na zona de recolha Norte

	Zona de recolha Norte
População (hab.)	3 701 000
Caudal (m ³ /dia)	707 000
CBO5 (kg/dia)	203 000

Quadro 24 - Cargas hidráulicas e poluentes domésticos na zona de recolha Sul

	Zona de recolha Sul
População (hab.)	5 138 000
Caudal (m ³ /dia)	922 000
CBO5 (kg/dia)	283 000

Quadro 25 -Cargas hidráulicas e poluentes domésticos na zona de recolha Nova Cidade

	Zona Nova Cidade
População (hab.)	4 000 000
Caudal (m ³ /dia)	765 000
CBO5 (kg/dia)	220 000

Estes resultados serão utilizados para dimensionar os equipamentos das estações de tratamento de águas residuais a instalar antes da descarga final dos efluentes no meio marinho.

5.2. POLUIÇÃO INDUSTRIAL

5.2.1. CARGAS HIDRÁULICAS INDUSTRIAIS

Os dados de consumo de água por parte das indústrias, incluindo a parte fornecida pela EPAL bem como a parte retirada dos cursos de água próximos das indústrias, permitiram calcular o rácio de descarga de efluentes diários por área de zona industrial .

A partir dos dados recolhidos junto dos industriais e com base na nossa experiência sobre os consumos de água para indústrias equivalentes, obtém-se um rácio de retorno no esgoto de cerca de 2 m³/dia/ha para uma zona industrial tipo convencional.

5.2.2. CARGAS POLUENTES INDUSTRIAIS

5.2.2.1. CARACTERIZAÇÃO DA POLUIÇÃO INDUSTRIAL

A natureza dos resíduos da produção industrial variam muito em função dos sectores de actividade. Para conhecer com exactidão a composição destes resíduos, têm de ser realizadas análises específicas para cada indústria.

No entanto, partindo do pressuposto que os estabelecimentos industriais vão implementar um sistema de pré-tratamento antes da descarga na rede de saneamento, foi possível fazer uma estimativa das cargas poluentes das indústrias sem a realização de análises.

5.2.2.1.1. *DESCARGA NA REDE URBANA E TRATAMENTO EM ETAR*

No âmbito da criação de estações de tratamento de águas residuais (ETAR), paralelamente ao tratamento dos efluentes domésticos, pode prever-se o tratamento de certos efluentes industriais.

No entanto, as águas residuais industriais admitidas na ETAR não deverão perturbar o bom funcionamento das linhas de tratamento instaladas, devendo respeitar certas concentrações ou caudais diários. Este aspecto pode levar à implementação de pré-tratamento.

Do mesmo modo, as incidências da ligação sobre a qualidade das lamas e, se for caso disso, sobre a sua valorização, devem ser estudadas à luz da eventual presença de micropoluentes minerais ou orgânicos nos efluentes.

5.2.2.1.2. *PRÉ-TRATAMENTO ANTES DA DESCARGA*

Para várias indústrias (químicas, metalúrgicas...) geradoras de águas residuais, cuja composição dificilmente será compatível com as exigências definidas pela entidade exploradora inerentes ao tipo de linha de tratamento instalada, a solução mais apropriada parece ser, regra geral, a instalação de um tratamento adaptado directamente pela entidade industrial.

Algumas indústrias poderão posteriormente ser autorizados a estabelecer uma ligação a uma (ou mais) ETAR. No entanto, estas ligações não serão abordadas no decorrer deste estudo, pois exigem análises detalhadas, que terão de ser avaliadas caso a caso, o que não está englobado no âmbito do presente plano director.

5.2.2.1.3. *AVALIAÇÃO DA POLUIÇÃO INDUSTRIAL*

Não havendo normas locais reguladoras da ligação dos efluentes industriais à rede pública, onde exista uma ETAR, propõem-se a utilização da regulamentação francesa em vigor, em particular, dos artigos 34 e 35 do decreto de 2 de fevereiro 1998 transposto da Directiva Comunitária/Europeia 91/277/EEC, referente à ligação das instalações classificadas a uma ETAR colectiva.

Os valores dos parâmetros considerados são os seguintes:

Quadro 26 - Qualidade das águas industriais que chegam a uma ETAR, de acordo com o decreto de 2 de fevereiro de 1998

Parâmetros	Teor em miligramas por litro
CBO ₅	800
CQO	2000
SS	600
N	150
P	50

Deste modo, partindo do princípio que, no ano horizonte 2025, todas as indústrias ligadas à rede respeitarão os limites impostos pelo decreto anteriormente referido e, com base nos cálculos de cargas hidráulicas, foram avaliadas as cargas poluentes de CBO₅, CQO, SS, N_{total} e P_{total}.

É de referir que a zona de recolha do centro da cidade não apresenta, no ano horizonte 2025, qualquer índice de poluição industrial.

Quadro 27 - Avaliação das cargas hidráulicas e poluentes industriais descarregados nas ETAR

	Bairro	Caudal (m ³ /d)	CBO ₅ (kg/d)	CQO (kg/d)	SS (kg/d)	N _{total} (kg/d)	P _{total} (kg/d)
Zona Norte de Recolha	Cazenga	1 000	830	2 100	630	160	50
	Cacuaco	770	620	1 540	460	120	40
	Nova Cimenteira	4 900	3 900	9 790	2 940	730	250
Zona Sul de Recolha	Maianga	260	210	520	160	40	15
	Kilmanba Kiaxi	2 000	1 600	3 900	1 200	300	100
	Aeroporto	2 500	2 000	5 000	1 500	380	130
	Polo Industrial – ZEE	17 000	14 000	34 000	10 000	2 500	850
	Polo Comercial	3 000	2 400	6 000	1 800	450	150

5.3. CARGAS HIDRÁULICAS E POLUENTES TOTAIS

Os quadros seguintes apresentam as cargas poluentes domésticas e industriais que chegam às estações de tratamento. Estes dados reúnem parte das informações referidas anteriormente no capítulo “Avaliação das cargas hidráulicas e poluentes”.

Quadro 28 - Cargas hidráulicas e poluentes totais na zona de recolha Centro da Cidade

Hab. Eq.	Caudal	CBO ₅		CQO		SS		Ntotal		Ptotal		Coliformes	
hab	m ³ /d	kg/d	mg/l	kg/d	mg/l	kg/d	mg/l	kg/d	mg/l	kg/d	mg/l	kg/d	mg/l
215 000	41 000	12 000	300	231 000	575	13 000	310	2 600	60	430	10	2,E ⁺¹⁴	5E+05

Quadro 29 - Cargas hidráulicas e poluentes totais para a zona de recolha norte

Hab. Eq.	Caudal	CBO ₅		CQO		SS		Ntotal		Ptotal		Coliformes	
hab	m ³ /d	kg/d	mg/l	kg/d	mg/l	kg/d	mg/l	kg/d	mg/l	kg/d	mg/l	kg/d	mg/l
3 798 000	714 000	209 000	290	420 000	590	226 000	320	45 000	60	7700	11	4E ⁺¹²	5E ⁺²

Quadro 30 -Cargas hidráulicas e poluentes totais na zona de recolha sul

Hab. Eq.	Caudal	CBO ₅		CQO		SS		Ntotal		Ptotal		Coliformes	
		hab	m ³ /d	kg/d	mg/l	kg/d	mg/l	kg/d	mg/l	kg/d	mg/l	kg/d	mg/l
5 340 000	997 000	294 000	295	593 000	600	317 000	320	34 000	60	11 000	11	5E ⁺¹²	5E ⁺²

Quadro 31 - Cargas hidráulicas e poluentes totais na zona de recolha Nova Cidade

Hab. Eq.	Caudal	CBO ₅		CQO		SS		Ntotal		Ptotal		Coliformes	
		hab.	m ³ /d	kg/d	mg/l	Kg/d	mg/l	kg/d	mg/l	kg/d	mg/l	kg/d	mg/l
4 000 000	765 000	220 000	300	440 000	575	240 000	310	48 000	60	8 000	10	4E ⁺¹⁵	5E ⁺⁵

oOo

6. OBRAS DE TRATAMENTO: DEFINIÇÃO DAS ALTERNATIVAS E RECOMENDAÇÕES

Nos capítulos anteriores foram definidas as zonas providas de rede de saneamento e foram calculadas as cargas hidráulicas e poluentes que produzem.

A fase seguinte implica, para as redes de águas residuais de cada zona tratada em regime colectivo, a especificação nomeadamente de:

- Número de ETAR e a sua localização;
- Locais e condições de rejeição ;
- Modo de transporte dos efluentes (redes e infra-estruturas).

Na perspectiva de um desenvolvimento urbano não só, viável a longo prazo, mas também muito exigente, para os restantes bairros da cidade, considerou-se que os sectores tratados colectivamente deveriam, para além da rede de recolha de águas residuais, ser munidos de unidades de tratamento a jusante e/ou de descargas por emissários marinhos.

O controlo da urbanização e a melhoria da qualidade do meio receptor passam, de facto, pela criação de pólos urbanos motores, dotados de instalações capazes de responder às exigências que a vocação internacional da cidade Luanda impõe.

Quanto às redes de águas pluviais, estas seguirão a rede hidrográfica e serão escoadas directamente para o mar.

6.1. TRATAMENTO: LOCALIZAÇÃO, CAPACIDADES E PROCESSOS POSSÍVEIS.

6.1.1. TRATAMENTO DAS ÁGUAS RECOLHIDAS PELA REDE

Após a fase de recolha dos efluentes pela rede, coloca-se a problemática do seu tratamento. Este desempenha um papel fundamental na protecção do meio receptor e na saúde das populações.

Os vários processos possíveis para tratamento de águas residuais recolhidos pela rede de Luanda são apresentados no parágrafo seguinte.

6.1.1.1. PRINCIPAIS PROCESSOS DE TRATAMENTO DAS ÁGUAS

A. Tratamento primário

O tratamento primário recorre a processos físicos como a decantação eventualmente acompanhada de procedimentos físico-químicos como a coagulação-floculação.

O tratamento primário permite eliminar 50-60% dos sólidos em suspensão (SS). Podem eliminar-se até 90% dos SS pelo processo coagulação-floculação seguido de decantador lamelar.

A decantação primária convencional consiste na separação dos elementos líquidos e sólidos sob efeito da gravidade. As matérias sólidas depositam-se no fundo de um tanque chamado « decantador » para formar lamas designadas « lamas primárias ». Estas lamas são recuperadas por um sistema de raspagem. Esta técnica permite a eliminação de 55% dos sólidos em suspensão e até 30% da CBO e CQO.

A utilização de um decantador lamelar permite aumentar o rendimento da decantação. O decantador lamelar é constituído por placas paralelas inclinadas, o que multiplica a superfície de decantação e acelera o processo de deposição de matérias. A decantação permite a eliminação, até 70%, dos sólidos em suspensão e 40 % da CBO e CQO.

A decantação revela-se ainda mais eficaz se for previamente acompanhada pela floculação,. A coagulação-floculação permite a eliminação, até 90%, dos sólidos em suspensão e 75% da CBO. Esta técnica consiste na formação de flocos de matérias pela acção de um reagente. Estes flocos são mais pesados e depositam-se mais rapidamente no fundo do tanque.

B. Tratamento secundário

O tratamento biológico (ou « secundário ») é um tratamento mais profundo do que o tratamento primário, permitindo obter rendimentos de tratamento mais elevados.

Os processos biológicos podem reproduzir artificialmente, ou não, os fenómenos de autodepuração existente na natureza. As técnicas de depuração biológica utilizam a actividade das bactérias presentes na água, que degradam as matérias orgânicas. Estas técnicas podem ser ou anaeróbias, isto é na ausência de oxigénio, ou aeróbias, em presença de oxigénio. Actualmente, o processo dito de « lamas activadas » é o mais utilizado nas estações de depuração assegurando um tratamento secundário.

Os processos de tratamento biológicos reúnem técnicas que têm em comum o uso de microorganismos que consomem as matérias poluentes. Distinguem-se como grandes tipos os processos de « biomassa suspensa » nos quais o microorganismo é mantido em suspensão nos tanques e os processos de « biomassa fixa » onde o microorganismo assenta num suporte.

No conjunto dos processos de depuração biológica, distinguem-se os processos extensivos dos processos intensivos.

- Processos extensivos:

Os processos extensivos são caracterizados por ocuparem áreas de implantação muito elevadas, devido ao facto de não terem um “input” forçado de oxigénio, necessário para o crescimento dos microorganismos responsáveis pela depuração biológica. Neste tipo de tratamento, o arejamento do efluente é feito de forma natural ou com arejamento mecânico pouco eficiente.

De entre os processos extensivos existentes os mais comuns são as lagoas de estabilização, as lagoas arejadas e as lagoas de macrófitas.

- Processos intensivos:

Os processos intensivos são caracterizados por ocuparem muito menores áreas de implantação, devido ao facto de terem um “input” forçado de oxigénio.

De entre os processos extensivos existentes os mais comuns são as lamas activadas, os leitos percoladores e os biofiltros.

Os processos de « lamas activadas » assentam no principio da biomassa suspensa. Trata-se de um sistema de depuração aeróbia, ou seja, que tem necessidade de oxigénio. O microorganismo é mantido num tanque arejado e agitado. Um sistema de arejamento que permite simultaneamente fornecer o oxigénio necessário para a depuração, bem como para a mistura das águas residuais. Esta mistura é indispensável para homogeneizar e evitar depósitos. As matérias orgânicas presentes na água transformam-se em carbono (sob a forma de dióxido de carbono - CO₂) sob a acção das bactérias. Os resíduos assim formados, contendo estas bactérias, são chamados "lamas".

Após um período no tanque de arejamento, o efluente é transferido para um clarificador, também chamado decantador secundário. A água tratada é assim separada das lamas por decantação. Em seguida, as lamas ou são enviadas para uma unidade de tratamento específico, com vista a serem tratadas, ou parcialmente reinjectadas no tanque de arejamento. Esta operação é chamada “recirculação das lamas”. Esta recirculação de uma parte das lamas produzidas pelo sistema de tratamento permite manter os microorganismos no tanque de arejamento a um nível compatível com os resultados de tratamento esperados. O tratamento por lamas activadas elimina entre 85% e 95% da CBO₅, em função das instalações.

Os microorganismos fixos recorrem a diferentes tipos de suportes:

- A técnica do leito percolador consiste em fazer passar as águas residuais sobre um suporte sólido onde se desenvolve uma cultura de micro-organismos depuradores chamado « biofilme ». As águas residuais atravessam o reactor e, em contacto com o filme biológico, as matérias orgânicas degradam-se. Neste caso tem de ser colocado um clarificador a jusante do leito bacteriano para eliminar as lamas resultantes das matérias orgânicas degradadas. Também é colocado um decantador a jusante do leito para evitar a colmatagem. Esta técnica permite a eliminação, no máximo, de 80 % da CBO.
- A biofiltração utiliza um microorganismo fixo num suporte granular fino, submerso num tanque. O meio granular serve simultaneamente de filtro

e de suporte para os microorganismos. Esta instalação possibilita então a realização conjunta da degradação das matérias poluentes e da clarificação das águas residuais. Os materiais utilizados para o suporte podem ser ou naturais (argila expansiva, xisto), ou sintéticos (esferas de poliestireno expansivo). O material escolhido, seja ele qual for, deve caracterizar-se pela sua acção filtrante e permitir a uma boa fixação dos microorganismos. Um sistema de arejamento fornece o oxigénio necessário ao interior do filtro. Esta técnica, implementada nos anos 80, elimina cerca de 90% da CBO e pode também eliminar o azoto. Tem a vantagem de utilizar instalações mais compactas que permitem uma fácil integração das ETAR em meio urbano mas apresenta um investimento, bem como custos de exploração, muito elevados.

C. Tratamento terciário

O tratamento terciário é um processo que permite a reutilização da água para rega ou agricultura. O objectivo deste tratamento é a eliminação dos germes presentes na água após um tratamento primário ou secundário. Assim, o tratamento terciário realiza-se necessariamente após um tratamento secundário.

O número de técnicas de desinfecção é bastante grande.

Um reagente desinfectante pode ser adicionado às águas tratadas, antes da descarga no meio natural. O cloro é o desinfectante mais utilizado, mas a desinfecção também pode ser efectuada com ozono ou bromo, ou mesmo com dióxido de cloro.

A lagunagem natural "terciária" assegura a exposição dos micro-organismos patogénicos à radiação solar. Esta exposição permite a eliminação dos germes tanto mais eficaz quanto maior for o período de tempo das águas tratadas no tanque (50 a 60 dias). No entanto, a eficácia deste tratamento é reduzida quando a exposição aos raios solares é menor, durante o inverno, ou quando os sedimentos entram em suspensão na altura de forte precipitação. Em contrapartida, as lagoas de tratamento final podem ser construídas a jusante de uma estação de tratamento biológica convencional.

Nos últimos anos, os ultravioletas (UV) são cada vez mais utilizados na desinfecção das águas residuais urbanas. Assegurando um desinfecção eficaz, os UV representam um investimento importante mas têm a vantagem de não conduzir ao aparecimento de subprodutos da desinfecção.

A filtração por membrana é, também, utilizada para desinfectar as águas residuais urbanas mas o investimento e os custos relativos à exploração deste processo pode ser bastante elevado.

6.1.1.2. TRATAMENTO DAS LAMAS

Durante os processos de tratamento primário e secundário são extraídas as lamas em excesso dos tanques para serem tratadas.

As lamas têm de ser estabilizadas e depois tratadas.

Os processos de estabilização possíveis são os seguintes:

- A digestão anaeróbia, que produz, entre outros, metano. A implementação deste processo é delicada;
- A estabilização por calagem;
- A estabilização aeróbia, por injeção de oxigénio, cujo consumo energético é importante.

De seguida, as lamas têm de ser tratadas por:

- Ou incineração, que não é economicamente viável por consumir muita energia e exigir grande especialização técnica em fase de exploração;
- Ou depósito em aterro;
- Ou, por fim, secagem sobre leitos (será conveniente a instalação de uma estrutura aberta e transparente que as proteja da chuva mas que deixe passar a radiação solar) seguida do seu transporte e deposição em locais apropriados.

6.1.1.3. TRATAMENTO DE ODORES

O tratamento de odores é efectuado numa estação de tratamento para responder a dois objectivos: proteger os trabalhadores das perturbações olfactivas no recinto da estação e proteger as populações que residem nas imediações.

Os processos possíveis para responder a estes dois objectivos são:

- O tratamento físico-químico em torres de lavagem;
- O biofiltro.

A. Tratamento físico-químico

A lavagem química consiste na transferência das moléculas odorantes da fase gasosa à fase líquida. Para tal, são utilizadas torres de lavagem em contracorrente, onde o ar contaminado é injectado para a parte inferior de uma coluna enquanto que a fase líquida, carregada de reagente, escorre de cima para baixo sobre um revestimento.

A torre ácida (H_2SO_4 , pH 3 – 4) permite a eliminação dos compostos azotados, bem como das poeiras.

A torre óxido-básica, associando a soda cáustica (NaOH) e o hipoclorito de sódio de (NaOCl), permite a eliminação dos compostos de enxofre.

As torres permitem, de acordo com a experiência, obter rendimentos da ordem dos 99% para o H_2S , 95% para os mercaptanos e de 70 a 90% para o amoníaco.

B. O biofiltro

A biofiltração consiste na neutralização de odores e de Compostos Orgânicos Voláteis (COV) por um processo natural. O ar é captado e introduzido na parte inferior do biofiltro após ter sido humidificado.

A biodegradação produz-se no biofiltro onde os microorganismos presentes na camada húmida absorvem as moléculas fétidas e oxidam-nas pelo seu complexo enzimático.

A biofiltração permite alcançar rendimentos superiores a 90% (99% para os compostos azotados e de enxofre, por exemplo).

6.1.2. PROCESSOS DE TRATAMENTO PREVISTOS PARA 2025

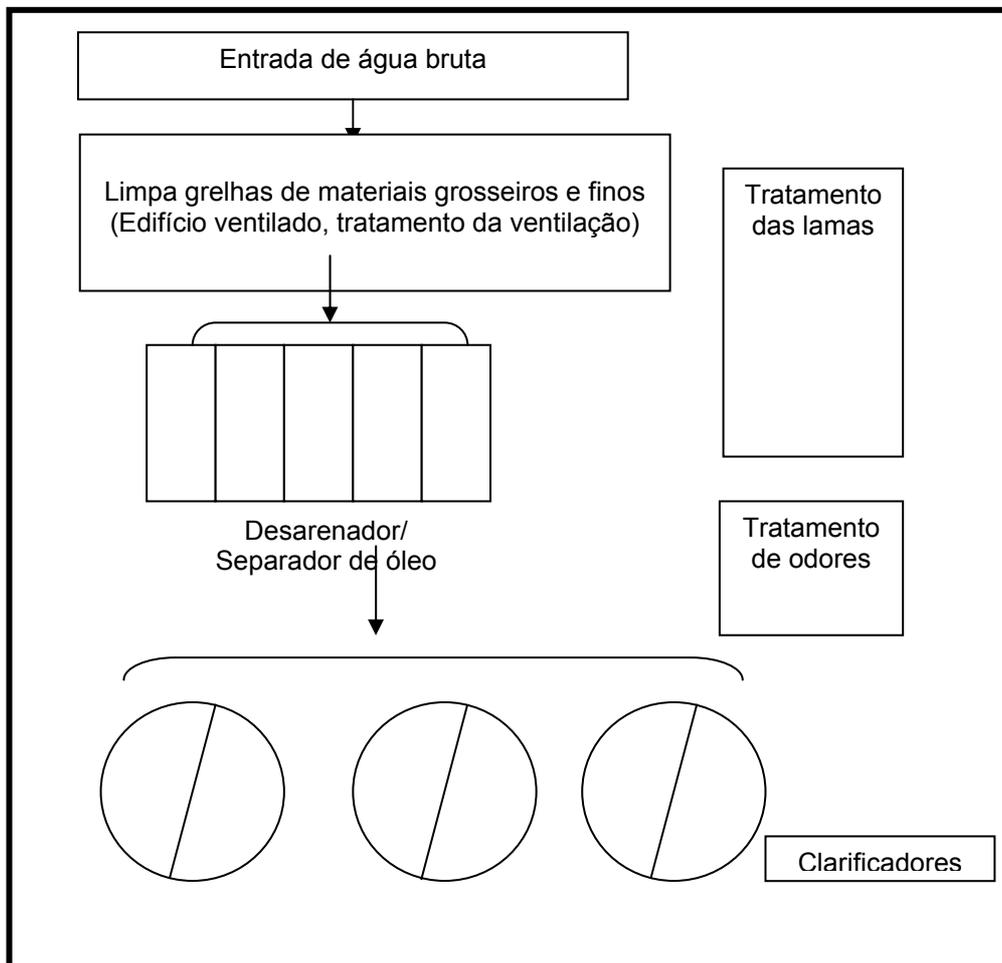
6.1.2.1. OPÇÃO TÉCNICA N.º 1 : TRATAMENTO PRIMÁRIO

O tratamento primário implica a descarga das águas residuais por meio de um emissário. De facto, tendo em conta os objectivos de qualidade, o tratamento primário dos efluentes não é suficientemente profundo para possibilitar a descarga das águas residuais perto da costa.

Do ponto de vista técnico, a implementação de um tratamento primário é possível em todas as zonas de recolha. Neste caso, as estações seriam compostas pelos seguintes elementos:

- Pré-tratamento (limpa-grelhas, desarenadores, separadores de óleo) ;
- Decantadores ;
- Tratamento das lamas ;
- Tratamento de odores.

O esquema seguinte representa a estrutura de uma estação tipo em tratamento primário.



6.1.2.2. OPÇÃO N°2 : TRATAMENTO SECUNDÁRIO

O tratamento secundário é muito usado em todo o mundo, quando se trata de instalações novas, por permitir a descarga das águas residuais no meio receptor (cursos de água, mar, ...).

As vantagens e inconvenientes apresentados anteriormente nos diferentes tipos de processos de tratamento secundário foram tidos em conta no estudo da problemática de Luanda para o ano horizonte de 2025.

O processo por **leito bacteriano** parece ser inadequado à situação: é apropriado para comunidades de tamanho médio (geralmente <10 000 habitantes equivalente). Além disso, tendo em conta o clima de Luanda em certos períodos do ano este processo constituiria uma fonte de desenvolvimento de insectos, vectores de doenças.

O **tratamento físico-químico**, considerado como método geral de tratamento das águas residuais, não é aplicável às condições da cidade de Luanda, tendo em conta o seu elevado custo de exploração (uso de produtos químicos cuja importação seria muito cara).

Quanto ao **biofiltro**, ele é adequado para efluentes diluídos oriundos de uma rede unitária ou tendo já passado por um primeiro tratamento. Por outro lado, o seu funcionamento requer uma grande técnica e acarreta elevados custos de exploração. Não é então recomendado.

Quanto aos processos extensivos de lagunagem, nomeadamente a **lagunagem natural**, foram desenvolvidas diferentes alternativas, nomeadamente com o uso de macrófitas ou de microfitas os quais que apresentam bons resultados em países quentes (nomeadamente com uma melhoria da eliminação das SS em relação à lagunagem natural). No entanto, para grande centros populacionais como Luanda, as áreas necessárias para este processo são de tal forma grandes que se torna difícil encontrar locais disponíveis para a sua instalação.

Tendo em conta as considerações anteriores, a opção preferencial vai no sentido de um processo por lamas activadas. Esta técnica continua a ser a mais comum em muitos países dos diversos continentes, incluindo em África.

Tem como vantagens:

- Ocupação reduzida de espaço,
- Excelente resultado de tratamento,
- Processo largamente utilizado na região, logo muito experimentado,
- Processo flexível podendo ser adaptado no caso de alteração das normas.

Os inconvenientes estão essencialmente associados aos elevados custos de exploração, às limitações de fornecimento de peças sobressalentes e à necessidade de pessoal especializado para o comando destes sistemas.

No ano horizonte 2025, as águas tratadas serão descarregadas em meio marinho. No parágrafo seguinte são apresentadas as diferentes possibilidades de descarga para cada zona de recolha.

6.1.2.3. OPÇÃO TÉCNICA N°3 : TRATAMENTO TERCIÁRIO

Um tratamento terciário poderia ser previsto para a rega de certas zonas de Luanda.

Para se conhecerem as necessidades de rega de rega de uma cidade como Luanda no ano horizonte 2025, baseámo-nos na nossa experiência nesta matéria admitindo as seguintes hipóteses:

- A área de espaços verdes é estimada em 5 m²/habitante
- O consumo de água para estes espaços verdes é estimado em 5 l/m²/d.

Prevê-se que, no ano horizonte 2025, a população de Luanda seja de cerca de 13 milhões, sendo a área de espaços verdes de 6 600 ha.

Seria necessário produzir 330 000 m³/d por tratamento terciário caso se quisesse produzir diariamente a água a utilizada nestes espaços verdes. O custo do tratamento terciário aliado ao custo de uma rede de rega em Luanda

seria assim demasiado elevado. Por outro lado, Luanda cursos de água importantes (Rio Kwanza, Rio Bengo) que podem funcionar como fonte de rega sem serem necessários investimentos tão elevados.

No entanto, estas linhas de água estão bastante afastadas de alguns dos bairros que se prevêem totalmente urbanizados em 2025. Poder-se-ia, portanto, prever a rega com água de tratamento terciário dos espaços verdes de apenas alguns bairros, situados nas imediações das ETAR, para reduzir os custos de distribuição da água.

Esta solução poderia, por exemplo, ser estudada para os bairros próximos da ETAR na zona de recolha Sul, com uma área de 25 000 ha e com uma população de 2 500 000 habitantes no ano horizonte de 2025. Serão bairros modernos, prevendo-se que a área de espaços verdes seja de cerca de 10 m²/hab. Sendo a área de espaços verdes de 2 500 ha e, tendo em conta os 5l/m²/d, seriam necessários apenas 125 000 m³/d de água tratada para os irrigar. Assim, 125 000 m³/d de água seriam tratados por tratamento terciário e o restante por tratamento secundário ou primário.

É de salientar que a rega de espaços verdes privados, tais como campos de golfo, pode também ser prevista no âmbito da reutilização das águas residuais tratadas.

Os custos de investimento de uma estação de tratamento terciário equivalem a 140 % de um tratamento secundário com lamas activadas. A isto acrescentem-se os custos de investimento das outras estações, bem como da rede de rega, o que representa um custo de investimento global muito elevado.

Tendo em conta as considerações acima expostas, a possibilidade de recorrer a um tratamento terciário no ano horizonte 2025 foi afastada, pelo menos numa primeira fase. A evolução dos bairros supracitados permitirá, posteriormente, determinar com maior exactidão a pertinência de tal investimento.

Está em fase de construção uma ETAR, com tratamento terciário, em Viana, para uma população equivalente de 35 000 habitantes, e um caudal máximo de 300 m³/h. Tendo em conta a localização desta estação, não há exdutores, para o meio marinho, nas imediações. Assim, fora do período de rega, levanta-se o problema do transporte e da descarga das águas tratadas. Por isso, no presente plano director, optou-se por não considerar esta alternativa viável a longo prazo.

6.1.3. LOCALIZAÇÕES POSSÍVEIS DAS ETAR

A escolha da localização das estações de tratamento depende de dois tipos de exigências:

Ambientais: tipo de tratamento, possibilidades e condições de descarga, ventos, inserção no meio ambiente, etc.

Ocupação dos solos: disponibilidade do terreno, condicionalismos de ligação, etc.

6.1.3.1. ÁREA NECESSÁRIA PARA AS OBRAS DE TRATAMENTO

Determina-se a área de instalações de tratamento a partir das seguintes hipóteses:

- A área de uma estação de tratamento de lamas activadas é de 0.25 m²/hab.eq.
- A área de uma estação de tratamento primário representa 60% da área de uma estação do tipo lamas activadas.

Considerou-se que cada zona de recolha seria equipada com, pelo menos, uma ETAR. O seguinte quadro apresenta as áreas necessárias às instalações/obras de depuração, para os dois tipos de tratamento, para as 4 zonas de recolha.

Zona de recolha	Habitantes equivalentes	Área em tratamento primário (ha)	Área em tratamento secundário de tipo lamas activadas (ha)
Centro da cidade	215 000	2	5
Norte	3 798 000	9	95
Sul	5 340 000	13	134
Nova Cidade	4 000 000	10	100

6.1.3.2. POSSIBILIDADE DOS EMISSÁRIOS

A localização das instalações de tratamento depende também das possibilidades de descarga oferecidas.

A análise do meio receptor levou à exclusão dos cursos de água e valas como opções de descarga. Assim, apenas foi considerada a descarga em meio marinho. Deste modo, as instalações de tratamento devem estar situadas:

- Ou à beira mar
- Ou em zona mais afastada, criando um sistema de transporte a jusante da estação até ao emissário (também referido como exutor).

6.1.3.3. LOCAIS DE TRATAMENTO PREVISTOS

As grandes áreas exigidas pelas instalações de tratamento impõem a escolha de locais afastados de áreas muito urbanizadas.

O centro da cidade e a sua periferia directa foram, por esse motivo, afastados. As águas residuais no estado bruto da zona de recolha do centro da cidade deverão então ser:

- Ou descarregadas para um emissário marinho ao largo da baía de Luanda (possibilidade de utilização do emissário actual).
- Ou transferidas por bombagem até à estação de tratamento de uma outra zona de recolha.

Para a zona de recolha Norte, seria ideal prever a construção de uma estação de tratamento no Cacuaco por vários motivos:

- Utilização otimizada da rede hidrográfica
- Posição central do Cacuaco no seio da futura extensão a norte do agregado populacional.

Verifica-se a mesma situação na zona de recolha Sul, onde a localização de uma ETAR no mesmo curso de água da vala do Senado da Câmara e da vala de Cazenga, permitirá recolher facilmente as águas residuais dos sectores a Sul do Centro da Cidade.

Quanto à zona de recolha Nova Cidade, dada a ausência de ocupação humana bem como de cursos de água importantes, podem considerar-se todas as possibilidades. A estação de tratamento desta zona ficará então situada à beira mar e a latitude otimizada para satisfazer o melhor possível as condições de descarga e de transporte. À priori a ponta Oeste da zona parece ser a mais adequada (próximo do início da península do Mussulo, nas Palmeirinhas).

Também foi tratado em concreto o caso de Viana. De facto, este aglomerado está actualmente em fase de grande desenvolvimento, tanto em termos económicos como demográficos. Esta tendência vai confirmar-se no ano horizonte de 2025, pelo que a implantação de uma unidade de tratamento pode ser útil. Estão, aliás, a ser implementadas estações. No entanto, coloca-se o problema da ausência de exutor directo em Viana: a falta de cursos de água suficientemente importantes irá inevitavelmente limitar a implantação de obras de tratamento, pelo menos com a dimensão necessária para resolver o problema ao nível macro. Por outro lado, a criação de transporte até ao meio marinho iria revelar-se demasiado incómodo e dispendioso. A reutilização das águas tratadas para rega poderia ser considerada (após tratamento terciário), mas a instalação seria, de qualquer forma, limitada em termos de caudal, dado não haver viabilidade para o emissário de emergência. Assim, a implantação de uma estação de tratamento em Viana não é uma solução possível, pelo que as águas residuais desta zona deverão ser transferidas para a estação de tratamento de outra zona de recolha.

6.2. DESCARGAS: OPÇÕES E LOCALIZAÇÕES PREVISTAS

6.2.1. ALTERNATIVAS DE DESCARGA DAS ÁGUAS RESIDUAIS TRATADAS

Os diferentes tipos de descarga possíveis em meio marinho são apresentados e ilustrados na figura seguinte.

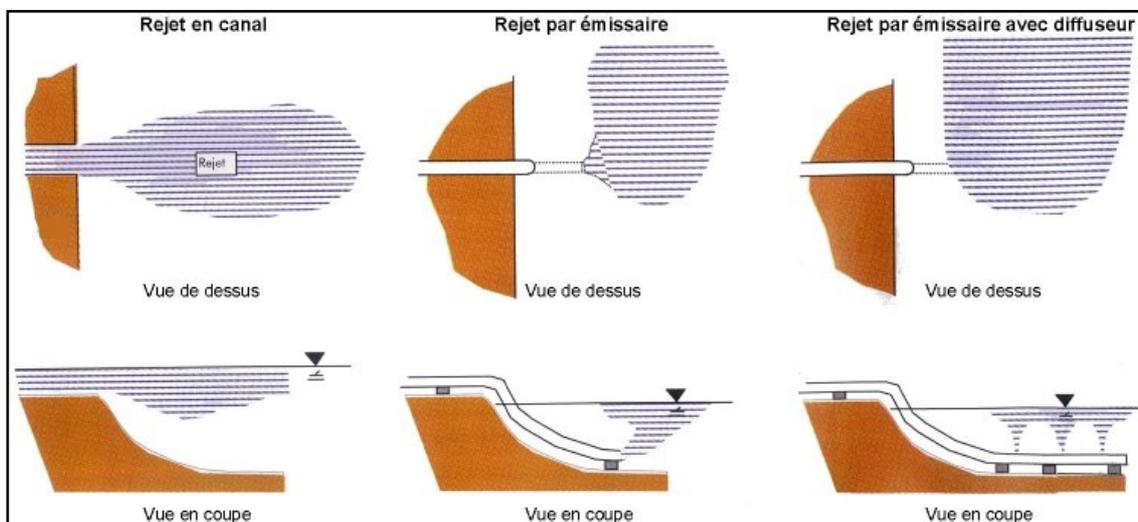


Figura n° 25 - DIFERENTES TIPOS USUAIS DE DESCARGA EM MEIO MARINHO

- Descarga por canal de superfície livre directamente a partir da costa. Esta é a opção tecnicamente mais simples e a menos dispendiosa.

No entanto, a presença de praias ou de zonas habitadas exclui este tipo de descarga para águas cuja concentração em germes é superior à norma seguida (2 000 germes / 100 ml).

Dado que a opção de um tratamento terciário dos efluentes foi globalmente excluída, esta solução não é possível.

- Descarga por emissário simples: um canal transporta os efluentes em profundidade. A descarga do efluente efectua-se directamente no meio submarino, na extremidade do emissário.
- De acordo com as condições hidrodinâmicas locais, as características do caudal e os condicionais ambientais, se se acrescentar um difusor (com orifícios múltiplos) na extremidade da conduta isso permitirá aumentar a mistura das águas descarregadas com o meio receptor, aumentando a diluição e melhorando o desempenho de um emissário simples.

6.2.2. LOCALIZAÇÕES PREVISTAS PARA AS DESCARGAS NO MAR

No caso de um emissário submarino, para se conseguir uma boa mistura dos efluentes e a sua diluição no meio receptor, há dois dados importantes a reter:

- Grande profundidade (pelo menos 20 m) para obter uma mistura adequada na coluna de água.
- Velocidades de correntes (superiores a 10 cm/s) capazes de conduzir a pluma em direcção ao largo para aumentar a sua diluição e reduzir o seu impacto nas praias das imediações.

Tendo em conta estes dois parâmetros, foram estudados diferentes pontos de descarga de acordo com a área da cidade de Luanda, as direcções possíveis para a sua expansão e os locais possíveis para as futuras estações de tratamento, estes pontos são apresentados no Desenho N°8.

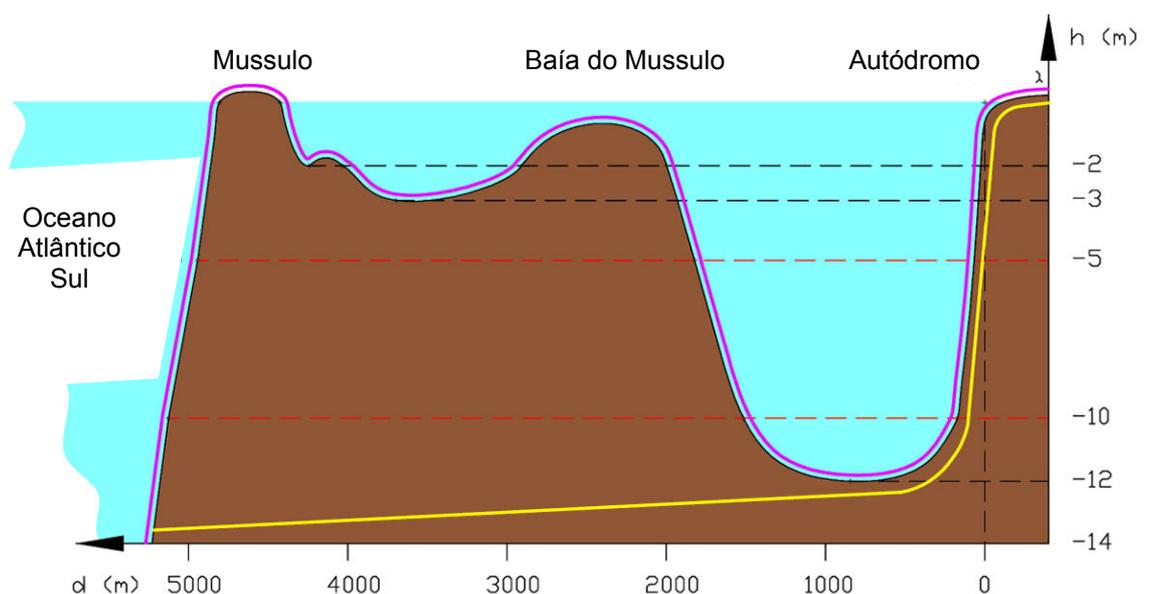
- **Ponto A** : um emissário situado ao largo das Palmeirinhas, numa zona em que as batimétricas se aproximam da costa, poderia ser uma boa alternativa para a descarga dos efluentes, embora esteja muito afastado da cidade actual por via terrestre.
- **Ponto B** : situado na baía do Mussulo, ao largo da Quitala (autódromo de Luanda), em profundidades que podem atingir os 15 m, uma descarga nesta zona permitiria uma boa diluição dos efluentes na coluna de água.

No entanto, uma descarga de água doce, proveniente dos efluentes de uma estação de tratamento modificaria de forma irreversível o ecossistema da baía devido aos caudais previstos para uma cidade do tamanho de Luanda, mesmo considerando velocidades de saída de conduta muito baixas.

Este ponto de descarga é, portanto, excluído devido à preservação da biodiversidade da baía de Mussulo.

- **Ponto C** : na parte Oeste da língua de terra que separa a baía de Mussulo do Oceano Atlântico, a inclinação dos fundos é importante. Considerar uma descarga a partir desta parte da costa permitiria, por isso, alcançar rapidamente grandes profundidades.

No entanto, para alcançar esta zona, seria necessário atravessar a baía do Mussulo e fazer passar uma conduta (a roxo na figura seguinte) com o perfil longitudinal apresentado, alternando pontos altos e pontos baixos. Do um ponto de vista hidráulico, os riscos de depósitos nos pontos baixos e de acumulação de ar nos pontos altos, excluem esta opção de traçado, e portanto, do respectivo local de descarga.



Uma outra solução possível seria passar a conduta por baixo da baía por uma técnica de escavação por tunelacão ou de perfuracão (a amarelo na figura acima). Além da grande complexidade técnica, de um ponto de vista econmico, esta solucão não é interessante.

Os problemas técnico-econmicos ligados a uma solucão de descarga ao largo da baía do Mussulo, do lado do Atlântico, levam a abandonar o ponto C.

- **Ponto D** : situado ao largo, um pouco a Sul da Samba Pequena, um emissário de descarga revela-se atraente na perspectiva do desenvolvimento futuro de Luanda.
- **Ponto E** : ao largo da baía da Samba Pequena, as batimétricas aproximam-se da costa. Um emissário nesta zona permitiria alcançar mais rapidamente grandes profundidades.

No entanto, a língua de terra  volta desta baía já está muito urbanizada. As obras de instalaco de uma conduta por via terrestre para alcançar a costa serão então limitadas pelo espaço disponível (inferior a 20 m).

- **Ponto F** : um emissário situado ao largo de Cacuaco permitiria a descarga dos efluentes da encosta Norte da cidade de Luanda.

Em conclusão, razões técnicas, econmicas ou de protecco da biodiversidade levam a abandonar a implantaco de emissários a desaguar nos pontos B e C.

6.2.3. ZONAS SENSÍVEIS A PROTEGER

Não existindo zonas ecológicas de grande sensibilidade, a norma a respeitar para a qualidade das águas será a das águas balneares.

Ora, a quase totalidade da orla marítima da Grande Luanda  constituída por zonas balneares :

- Na zona exterior e interior da baía do Mussulo estende-se uma praia imensa península com mais de 30 km de extensão, muito frequentada pelos habitantes de Luanda.
- Na orla Oeste, a cidade de Luanda  ladeada por uma sucessão de praias e de zonas habitadas, de Morro Bento  Ilha de Luanda, passando pela Corimba, Samba Pequena e Chicala, outrora zonas balneares por excelência, e cujo reaproveitamento para esse fim será certamente interessante do ponto de vista social, urbanístico e ambiental.
- Por fim, no Cacuaco, onde as praias que ladeiam a costa, em pelo menos 5 km, são tmbm estas muito frequentadas pela populaco local.

Acresce que estas zonas balneares têm tendência a aumentar até ao ano horizonte 2025.

De acordo com a posico seleccionada para a(s) descarga(s) ao mar, o conjunto destas praias devera então ser protegido de qualquer impacto bacteriano.

6.3. ALTERNATIVAS GLOBAIS PROPOSTAS

O estudo dos diferentes obstáculos e opções técnicas acima referidos levou à determinação de 3 grandes alternativas possíveis para o tratamento e descarga das águas tratadas. Estas alternativas são apresentadas nos desenhos 13, 14 e 15.

O dimensionamento e a comparação técnico-económica destas alternativas são apresentados nos parágrafos seguintes.

A. Alternativa 1 :

- Zona de recolha do Centro da Cidade :
 - Sem ETAR
 - Descarga no mar, ao largo da baía de Luanda, através do emissário existente.
- Zona de recolha Norte :
 - ETAR no Cacuaco (ETAR Luanda Norte)
 - Lançamento no mar, ao largo do Cacuaco através de um emissário submarino.
- Zona de recolha Sul :
 - ETAR na foz do rio Cambamba (Luanda Sul)
 - Transporte dos efluentes tratados por bombagem até à zona Sul da Samba Pequena.
 - Descarga no mar ao largo da Samba Pequena, através de um emissário submarino
- Zona de recolha Nova Cidade :
 - ETAR na extremidade Oeste da zona, à beira mar (ETAR das Palmeirinhas)
 - Transporte dos efluentes tratados por bombagem até à ponta Sul do Mussulo.
 - Lançamento no mar por um emissário submarino.

B. Alternativa 2 :

- Zona de recolha Centro da Cidade :
 - Sem ETAR
 - Lançamento no mar, ao largo da baía de Luanda, através do emissário existente.
- Zona de recolha Norte :
 - ETAR no Cacuaco (ETAR Luanda Norte)

- Lançamento no mar, ao largo do Cacuaco através de um emissário submarino.
- Zona de recolha Sul :
 - ETAR na foz do rio Cambamba (Luanda Sul)
 - Transporte dos efluentes tratados por bombagem até ao Sul da Samba Pequena
 - Descarga no mar ao largo da Samba Pequena, através de um emissário submarino
- Zona de recolha Nova Cidade :
 - ETAR na extremidade Oeste da zona, à beira mar (ETAR Palmeirinhas)
 - Transporte dos efluentes tratados por bombagem até ao Sul de Samba Pequena
 - Lançamento no mar a Sul da Samba Pequena por um emissário submarino (mesmo lançamento que a Zona de recolha Sul).

C. Alternativa 3 :

- Zona de recolha Centro da Cidade :
 - Sem ETAR
 - Lançamento no mar, ao largo da baía de Luanda, através do emissário existente.
- Zona de recolha Norte :
 - ETAR no Cacuaco (ETAR Luanda Norte)
 - Lançamento no mar, ao largo do Cacuaco através de um emissário submarino.
- Zona de recolha Sul:
 - ETAR na foz do rio Cambamba (Luanda Sul)
 - Transporte dos efluentes tratados por bombagem até à ponta Sul do Mussulo
 - Descarga no mar por um emissário submarino
- Zona de recolha Nova Cidade :
 - ETAR na extremidade Oeste da zona, à beira-mar (ETAR Palmeirinhas)
 - Transporte dos efluentes tratados por bombagem até à ponta Sul do Mussulo.
 - Descarga no mar por um emissário submarino (mesma descarga que a zona de recolha Sul)

6.4. DIMENSIONAMENTO DOS EMISSÁRIOS SUBMARINOS

6.4.1. CARGAS POLUENTES A TER EM CONSIDERAÇÃO

O quadro seguinte apresenta os caudais que chegam às estações de tratamento previstas, de acordo com as informações dadas anteriormente no capítulo "Avaliação das cargas hidráulicas e poluentes".

	Zona de recolha			
	Norte	Sul	Nova Cidade	Sul + Nova Cidade
Caudal associado	$Q_1 = 714\ 000\ m^3/d$ $= 8,3\ m^3/s$	$Q_2 = 997\ 000\ m^3/d$ $= 11,5\ m^3/s$	$Q_3 = 765\ 000\ m^3/d$ $= 8,9\ m^3/s$	$Q_4 = 1\ 762\ 000\ m^3/d$ $= 20,4\ m^3/s$

As quantidades de germes de contaminação fecal associados a estes diversos caudais são função do tratamento dado aos efluentes:

Quantidades de germes de contaminação fecal (número / 100 ml)	Efluentes		
	Bruto	Após decantação primária	Após decantação secundária
Coliformes Totais	1.0E+08	1.0E+08	1.E+07
Coliformes Fecais	1.0E+07	1.0E+07	1.E+06
Escherichia Coli	1.0E+08	1.0E+08	1.E+07

6.4.2. DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO DOS EMISSÁRIOS

Os diâmetros interiores da tubagem para os diversos locais de descarga são função dos os cenários previstos e dos caudais para os diferentes horizontes. As principais restrições que intervêm na escolha são as seguintes :

- Minimização das perdas de carga;
- Manutenção de uma velocidade que permita a auto-limpeza da conduta.

Função dos caudais de descarga, as dimensões retidas para as condutas são as seguintes:

Caudal	$Q_1 = 8,3\ m^3/s$	$Q_2 = 11,5\ m^3/s$	$Q_3 = 8,9\ m^3/s$	$Q_4 = 20,4\ m^3/s$
Diâmetro interior da conduta	2 100 mm	2 500 mm	2 200 mm	3 300 mm
Velocidade	2,40 m/s	2,35 m/s	2,35 m/s	2,40 m/s

Independentemente do caudal considerado, a velocidade obtida é sempre superior à velocidade de auto-limpeza na conduta (0,6 m/s).

6.4.3. DESCRIÇÃO SUCINTA DO SOFTWARE UTILIZADO PARA O CÁLCULO DOS EFLUENTES

Foi utilizado o software CORMIX para os cálculos de diluição. Este software permite o cálculo da diluição de um fluído emitido, sob forma de jacto (ou de pluma), num fluído receptor de densidade diferente. O meio receptor pode estar imóvel ou submetido a correntes ambiente. Também é possível ter em conta estratificações térmicas e salinas, isto é densimétricas, das águas marinhas.

O programa integra as equações de continuidade, de quantidade de movimento e de fluxo de fluidez, supondo uma repartição assimétrica gaussiana das velocidades e concentrações médias.

A diluição no campo longínquo é calculada a partir de hipóteses simplificadas relativas à forma da costa ou da margem (rectilínea), altura da água e aos campos de corrente.

6.4.4. DILUIÇÃO DOS EFLUENTES

Em função da localização das futuras estações de tratamento, foram estudados vários tratamentos possíveis para os efluentes e várias hipóteses para a localização das descargas com vista a otimizar as características de cada conduta: distância à costa, junção de um difusor, número e diâmetro dos orifícios do difusor, perda de carga total,...

Os diferentes pontos de descarga estão assinalados no Desenho N° 8.

Para a zona de recolha Norte, prevê-se apenas um ponto de descarga: numa zona costeira, próxima da ETAR, ao largo de Cacucaco (ponto F).

Para as zonas de recolha Sul, são possíveis vários locais de descarga, em função das alternativas:

- Alternativa 1 :
 - Descarga do caudal a médio prazo (Q_2) : ao largo da baía da Samba Pequena (ponto E)
 - Descarga do caudal a longo prazo (Q_3) : ao largo das Palmeirinhas (ponto A)
- Alternativa 2 : juntam-se os caudais das zonas de recolha Sul e Nova Cidade e os efluentes são lançados no mar por meio de um emissário desembocando na Samba Pequena (ponto D)
- Alternativa 3 : juntam-se os caudais das zonas de recolha Sul e Nova Cidade e a descarga dos efluentes é feita por um emissário situado ao largo das Palmeirinhas (ponto A).

Os resultados obtidos, de acordo com os locais estudados, dependem da batimetria na zona de descarga, das correntes e da distância às zonas protegidas, sendo apresentados em função do tratamento que receberam os efluentes: primário ou secundário.

6.4.4.1. ZONA DE RECOLHA NORTE

Para garantir uma boa diluição das águas descarregadas em meio marinho e o respeito das normas de qualidade das águas em toda a zona de praia, as características da conduta de descarga devem ser, de acordo com o tipo de tratamento que receberam os efluentes, as seguintes:

Quadro 32 - Zona de recolha Norte – ETAR Luanda Norte

Efluentes após decantação	Primário	Secundário
Local de descarga	ao largo do Cacuaco (ponto F - Plano n° 5A)	
Caudal considerado	$Q_1 = 714\ 000\ m^3/d = 8,3\ m^3/s$	
Diâmetro interior do emissário	2,10 m	
Necessidade de instalar um difusor	Sim	
Comprimento aproximado do emissário (difusor incluído)	6 200 m	3 500 m
Profundidade de implantação do difusor	- 20 m ZH	- 20 m ZH
Número de orifícios difusores	12	
Comprimento do difusor	165 m	
Diâmetro interior dos orifícios	0,50 m	
Perda de carga a partir da costa (difusor incluído)	22,70 m	13,70 m

6.4.4.2. ZONA DE RECOLHA SUL

Para garantir uma boa diluição das águas descarregadas no meio marinho e o cumprimento das normas de qualidade das águas ao longo das praias, as características das condutas de descarga variam de acordo com as alternativas consideradas.

A. Alternativa 1

Para a descarga dos efluentes oriundos da ETAR de Luanda Sul, as características do emissário devem ser, de acordo com o tipo de tratamento que receberam os efluentes, as seguintes :

Quadro 33 - Zona de recolha Sul – Alternativa 1 – descarga Samba Pequena

Efluentes após decantação	Primária	Secundária
Local de descarga	Ao largo da Samba Pequena (ponto D - Plano n° 5A)	
Caudal considerado	$Q_2 = 997\ 000\ m^3/d = 11,5\ m^3/s$	
Diâmetro interior do emissário	2,50 m	
Necessidade de implantar um emissor	Sim	

Comprimento aproximado do emissário (difusor incluído)	4 100 m	3 900 m
Profundidade de implantação do difusor	- 50 m ZH	- 35 m ZH
Número de orifícios	12	
comprimento do difusor	165 m	
Diâmetro interior dos orifícios	0,60 m	
Perda de carga a partir das margem/costa (difusor incluído)	12,60 m	12,10 m

B. Alternativa 2

Nesta segunda alternativa os efluentes são tratados na ETAR Luanda Sul para a zona de recolha Sul e na das Palmeirinhas para a zona de recolha da Nova Cidade. Posteriormente, todos os efluentes convergem para serem evacuados por um emissário submarino que desemboca ao largo da Samba Pequena (ponto D).

O emissário pode então ser dimensionado para possibilitar a descarga a prazo de todos os efluentes : $Q_4 = 1\,762\,000\text{ m}^3/\text{d}$ das zonas de recolha Sul e Nova Cidade, garantindo também uma boa diluição das águas para a descarga a médio prazo.

Para a descarga dos efluentes oriundos das duas ETAR (Luanda Sul e Palmeirinhas) as características do emissário devem ser, de acordo com o tipo de tratamento que receberam os efluentes, as seguintes :

Quadro 34 - Zona de recolha Sul+ Nova Cidade – Alternativa 2 – descarga Samba Pequena

Efluentes após decantação	Primária	Secundária
Local de descarga	ao largo de Samba Pequena (ponto D - Plano n° 5A)	
Caudal Considerado	$Q_4 = 1\,762\,000\text{ m}^3/\text{d} = 20,4\text{ m}^3/\text{s}$	
Diâmetro interior do emissário	3,30 m	
Necessidade de implantar um difusor	Sim	
Comprimento aproximado do emissário (difusor incluído)	> 4 100 m	4 100 m
Profundidade de implantação do difusor	< - 50 m ZH	- 50 m ZH
Número de orifícios	12	
Comprimento do difusor	165 m	
Diâmetro interior dos orifícios	0,80 m	
Perda de carga a partir da margem/costa (difusor incluído)	-	9,60 m

Para esta alternativa, não é possível definir o comprimento do emissário para efluentes que tenham sido submetidos ao tratamento primário. De facto, além da batimétrica -50 m CM, a presença de uma termoclina impede a subida dos efluentes até à superfície não sendo possível, com o programa de cálculo simplificado utilizado, prever o comportamento do efluentes com termoclinas.

Deverá ser realizado um estudo mais pormenorizado, recorrendo a um software tridimensional eficiente, para definir o posicionamento do emissário para um caudal de efluentes que receberam tratamento primário.

6.4.4.3. ZONA DE RECOLHA NOVA CIDADE

Para garantir uma boa diluição das águas descarregadas no meio marinho e o cumprimento das normas de qualidade das águas ao longo das praias, as características das condutas de descarga variam de acordo com as alternativas consideradas.

A. Alternativa 1

Para a descarga dos efluentes oriundos da ETAR das Palmeirinhas, as características do emissário devem ser, de acordo com o tipo de tratamento a que foram submetidos os efluentes, as seguintes :

Quadro 35 -Zona de recolha Nova Cidade – Alternativa 1 – descarga Palmeirinhas

Efluentes após decantação	Primária	Secundária
Local de descarga	Ao largo de Palmeirinhas (ponto A - Plano n° 5A)	
Caudal considerado	$Q_3 = 765\ 000\ m^3/d = 8,9\ m^3/s$	
Diâmetro interior do emissário	2,20 m	
Necessidade de implantar um difusor	Sim	
Comprimento aproximado do emissário (difusor incluído)	5 400 m	4 500 m
Profundidade de implantação do difusor	- 50 m ZH	- 35 m ZH
Número de orifícios	12	
Comprimento do difusor	165 m	
Diâmetro interior dos orifícios	0,50 m	
Perda de carga a partir da costa (difusor incluído)	18,40 m	15,70 m

B. Alternativa 3

Nesta alternativa, os efluentes da zona de recolha Sul são tratados na ETAR de Luanda Sul e os da zona de recolha de Nova Cidade e nas Palmeirinhas. Posteriormente juntam-se todos os efluentes para serem evacuados no por meio de um emissário, situando-se o ancoradouro ao largo de Palmeirinhas (Ponto A).

O emissário tem, pois, de ser dimensionado para possibilitar a descarga a prazo de todos os efluentes : $Q_4 = 1\ 762\ 000\ m^3/d$ das zonas de recolha Sul e Nova Cidade, garantindo também uma boa diluição das águas para a descarga a médio prazo.

Para a descarga dos efluentes oriundos das duas ETAR de Luanda Sul e das Palmeirinhas, as características do emissário devem ser, de acordo com o tipo de tratamento que receberam os efluentes, as seguintes :

Quadro 36 - Zona de recolha Sul+ Nova Cidade – Alternativa 3 – descarga Palmeirinhas

Efluentes após decantação	Primária	Secundária
Local de descarga	Ao largo de Palmeirinhas (ponto A - Plano n° 5A)	

Caudal considerado	$Q_4 = 1\,762\,000\text{ m}^3/\text{d} = 20,4\text{ m}^3/\text{s}$	
Diâmetro interior do emissário	3,30 m	
Necessidade de implantar um difusor	Sim	
Comprimento aproximativo do emissário (difusor incluído)	> 4 100 m	5 400 m
Profundidade de implantação do difusor	< - 50 m ZH	- 50 m ZH
Número de orifícios	12	
Comprimento do difusor	165 m	
Diâmetro interior dos orifícios	0,80 m	
Perda de carga a partir da costa (difusor incluído)	-	12,10 m

Tal como para a alternativa 2, não é possível, com os métodos utilizados no âmbito do Plano Director de Saneamento de Luanda, definir o comprimento do emissário para efluentes com tratamento primário. Deverá ser realizado um estudo mais pormenorizado, recorrendo a um software tridimensional eficaz, para definir o posicionamento do emissário para um caudal tão importante de efluentes com tratamento primário.

6.5. DIMENSIONAMENTO DAS CONDUTAS DE TRANSPORTE DE EFLUENTES

6.5.1. OPTIMIZAÇÃO ECONÓMICA DO DIÂMETRO DAS CONDUTAS

Todas as alternativas apresentadas implicam a implantação de estações de bombagem e de condutas de transporte, para poderem encaminhar da água da estação de tratamento para o local da descarga, quando estes não estão adjacentes. Esta situação apenas se verifica nas zonas de recolha Sul e Nova Cidade. Ora, de acordo com o diâmetro seleccionado, as condições hidráulicas evoluem, nomeadamente as perdas de cargas na conduta. Assim, as alturas manométricas totais (**HMT**) e a potência das estações de bombagem mudam em consequência disso, bem como os seus custos de exploração.

Foi feita uma análise económica para definir o diâmetro economicamente mais rentável para uma dada conduta de transporte. Em consequência, o diâmetro do colector de transporte proposto para cada alternativa foi objecto de um cálculo de optimização económica global.

Para as alternativas 2 e 3, bem como para as zonas de recolha Sul e Nova Cidade, o cálculo económico demonstrou que o desdobramento dos colectores de transporte era bem mais vantajoso do que a instalação imediata de um colector dimensionado para os caudais descarregados a longo prazo.

A potência calculada para as estações de bombagem tem em conta as perdas de carga no emissário de descarga associado a cada transporte.

6.5.2. RESULTADOS DO DIMENSIONAMENTO

O quadro seguinte fornece os resultados obtidos para o dimensionamento dos colectores de transporte situados a jusante das estações de tratamento. A potência calculada para as estações de bombagem tem simultaneamente em

conta o transporte a jusante das ETAR por meio do colector e a descarga em meio marinho pelo emissário.

Quadro 37 - Transporte : Diâmetro dos colectores e potência das estações de bombagem

Alternativas	Zona de recolha	Compriment o colectores de transporte (km)	Diâmetro colector transporte (mm)	Potência estação de bombagem (kW)
Alternativa 1	Norte	-	-	-
	Sul	12	2700	2508
	Nova Cidade	3	2400	1220
Alternativa 2	Norte	-	-	-
	Sul	12	2700	1908
	Nova Cidade	32	2400	4400
Alternativa 3	Norte	-	-	-
	Sul	22	2700	3915
	Nova Cidade	-	-	-

6.6. COMPARAÇÃO TÉCNICO-ECONÓMICA DAS ALTERNATIVAS

6.6.1. CUSTOS DE INVESTIMENTO E DE EXPLORAÇÃO

6.6.1.1. DAS ESTACÕES DE TRATAMENTO

Para calcular, a partir das cargas poluentes totais, os custos de investimento e exploração das Estações de Tratamento, com base na nossa experiência, admitimos as hipóteses seguintes:

- Uma fórmula que estabelece a relação entre o caudal das águas residuais e o custo de investimento para um processo do tipo “lamas activadas”:
- Custo de investimento (M€) = $0.0108 * \text{caudal (m}^3/\text{d)} ^{0.7538}$
- Para um tratamento primário, o custo de investimento representa 60% do custo de investimento em secundário
- Os custos de exploração representam 7% dos custos de investimento e associam as actividades de mão de obra, de electricidade, de reagentes e de manutenção.

6.6.1.2. DOS EMISSÁRIOS

Para os emissário, os custos de investimento dependem das alternativas escolhidas e do tratamento aplicado aos efluentes. Baseados na experiência da SOGREAH em projectos de emissários submarinos, industriais ou urbanos, adquirida ao longo de umas dezenas de anos, os custos calculados têm em conta o diâmetro da conduta, o seu comprimento, o preço de transporte até ao local e a instalação.

Para a manutenção de cada emissário, é necessário prever a introdução regular de cloro na conduta por meio de um sistema a prever no momento da instalação.

É necessário prever também alguns dias de paragem de 2 em 2 ou de 5 em 5 em anos a fim de inspecionar as condutas e limpá-las recorrendo, para o efeito, a mergulhadores (cerca de 10 k€ por dia), ou seja cerca de 50 à 100 k€ por ano.

6.6.1.3. DE TRANSPORTE

A. Custos de fornecimento e instalação dos colectores de transferência

Os preços base utilizados para os colectores de transporte foram definidos por metro linear, para tubos de betão com alma em chapa.

Os preços fornecidos compreendem o conjunto das seguintes parcelas:

- Fornecimento da tubagem e colocação no sítio;
- Fornecimento da valvularia e das peças especiais (uniões e acessórios hidráulicos), estimado em 10% do preço da tubagem;
- Terraplanagem ;
- Instalação.

B. Custos das estações de bombagem

Com base na sua experiência, SOGREAH estabeleceu uma relação entre o custo global das estações de bombagem e a sua potência instalada bem como o com a altura manométrica total (HMT).

Esta relação tem como suporte uma base de dados de trabalhos realizados ao longo de vários anos. É actualizada regularmente, por um lado, sempre que um novo contrato é assinado, e, por outro lado, pela reactualização permanente dos preços em função das condições do ano em curso.

Assim, o custo das estações de bombagem foi avaliado de acordo com a fórmula seguinte, actualizada para o mês de Setembro de 2007:

$$C = 7200.P.HMT^{-0.3867}$$

C : Custo em €,

P : Potência instalada em kW.

HMT : Altura Manométrica Total da estação em m.

Esta relação corresponde à instalação de uma estação de bombagem com grupos centrífugos horizontais em cunha seca.

O preço compreende as actividades de engenharia civil e de equipamento eléctrico e mecânico necessárias ao bom funcionamento do conjunto, repartidas do seguinte modo:

- Custo dos equipamentos eléctricos e electromecânicos : 60% do custo total da estação.
- Custo de engenharia civil : 40% do custo total da estação.

O preço não compreende o custo de ligação à rede eléctrica.

6.6.2. COMPARAÇÃO DOS ASPECTOS TRATAMENTO / DESCARGA

Para cada uma das três alternativas, o comprimento dos emissários de descarga é reduzido quando os efluentes recebem um tratamento mais completo (secundário). Contudo, para haver tratamento secundário é necessário dispor de uma Estação de Tratamento mais avançada. É, por conseguinte, necessário conhecer as diferenças de custos de investimento em função do tratamento escolhido e da alternativa considerada.

Nas Estações de Tratamento, os custos de investimentos são independentes das alternativas escolhidas e são calculados sem se ter em conta o faseamento:

Quadro 38 - Custos de investimento das etar em função do tipo de tratamento

	Custos de investimento "ETAR" (em milhões US Dollars)		
	Tratamento primário	Tratamento secundário	Diferença
Zona de recolha Norte	251	391	140
Zona de recolha Sul	324	503	179
Zona de recolha Nova Cidade	235	412	177

No caso dos emissários, os custos de investimentos dependem das alternativas escolhidas e do tratamento aplicado aos efluentes:

Quadro 39 - Custos de investimento dos emissários em função do tipo de tratamento

	Custos de investimento "Emissários" (em milhões US Dollars)		
	Tratamento primário	Tratamento secundário	Diferença
Zona de recolha Norte	126	71	55
Alternativa 1 – Zona de recolha Sul	92	87	6
Alternativa 1 – Zona de recolha Nova Cidade	113	95	18
Alternativa 2 – Zonas de recolha Sul + Nova Cidade	-	101	-
Alternativa 3 – Zonas de recolha Sul + Nova Cidade	-	133	-

Perante estes quadros, o que se ganha em comprimento de emissário não justifica, do ponto de vista do investimento, a aplicação de um tratamento secundário aos efluentes nas futuras Estações de Tratamento.

Quaisquer que sejam as alternativas propostas, o tratamento das águas residuais proveniente de cada zona de recolha será primário, excepto a zona de recolha do centro da cidade cujos efluentes serão lançados directamente pelo emissário actual. Os custos do tratamentos serão assim os mesmas para cada alternativa.

6.6.3. CUSTOS DE INVESTIMENTO

O quadro seguinte agrupa os custos de investimento por alternativa e para cada uma das componentes.

Quadro 40 - Custos de investimento por alternativa

	ETAR (M\$)	Transportes (M\$)	Emissários (M\$)	Total (M\$)
Alternativa 1	810	75	331	1216
Alternativa 2	810	120	227	1157
Alternativa 3	810	100	259	1169

Os custos de investimento das 3 alternativas são, por conseguinte, quase semelhantes. O critério custo é, portanto, determinante na escolha da alternativa.

6.7. TRATAMENTO DAS LAMAS DAS ETAR

A. Produção de lamas

A produção de lamas à saída da estação de tratamento primário é de três tipos :

- A lama primária dos decantadores, cuja concentração é de cerca de 12 g/l;
- A areia e cascalho provenientes do tratamento preliminar;
- As gorduras resultantes do tratamento preliminar.

O cálculo da produção de lamas soem cada ETAR foi estabelecido a partir das seguintes hipóteses:

- 60% das matérias em suspensão serão eliminadas na sequência do tratamento primário;
- a areia e as gorduras representam 15 l / (hab.eq. x ano)

Com base nestas hipóteses, apresenta-se no quadro seguinte a produção total de lamas nas várias Estações de Tratamento.

Quadro 41 - Produção de lamas por ETAR

ETAR	Produção de lamas primárias (kgMS/d)	Concentração de lamas primárias (g/l)	Volume de lamas primárias (m3/d)	Volume de areia (m3/d)	Volume de gordura (m3/d)	Volume total (m3/d)
ETAR Luanda Norte	135 626	12	11302	156	156	11466
ETAR Luanda Sul	189 959	12	15830	219	219	16074
ETAR Palmeirinhas	144 000	12	12000	164	164	12 328

B. Tratamento das lamas

As lamas primárias saídas do decantador têm uma concentração de 12 g/l. A fim de poder valorizar estas lamas, é necessário proceder a uma tratamento capaz de aumentar a secura das lamas e, por conseguinte, diminuir o seu volume.

Este tratamento é composto por duas fases, uma fase de espessamento e uma fase de desidratação. No fim do tratamento as lamas devem ter um grau de secura de 25 a 30%. Pode prever-se uma fase de estabilização no fim do tratamento.

O espessamento pode ser dinâmico ou estático.

- Espessamento estático por gravidade que se efectua por decantação num tanque cilíndrico com fundo cónico, sob acção única da gravidade. A lama espessada é evacuada pela parte inferior.
- Espessamento dinâmico, é realizado sob a acção de forças mecânicas e efectuado de acordo com diferentes princípios.
 - Por flotação, finas bolhas de ar permitem a ascensão da lama à superfície por arrastamento. Este método é principalmente reservado às lamas biológicas.
 - Por prensagem, a lama floculada é espessada por aperto sobre uma tela filtrante
 - Por centrifugação, a lama floculada é espessada sob o efeito da força centrífuga.

Estas soluções de espessamento dinâmico são compactas e, por isso, muito vantajosas quando o espaço disponível é reduzido.

A desidratação é feita após o espessamento e destina-se a reduzir o volume de lama por efeito de concentração.

Existem duas grandes famílias de técnicas.

- Desidratação na decantação centrífuga, a água é separada da lama sob o efeito de uma aceleração de vários milhares de “g”. Existem centrifugadoras que permitem combinar as funções espessamento e de desidratação numa mesma máquina.

- Desidratação sobre filtros de bandas; a lama flocculada é desidratada por compressão e distorção entre duas telas.
- Desidratação sobre prensas filtrantes; a lama condicionada é desidratada por compressão entre os dois pratos da prensa. Este tipo de tratamento permite obter uma sicissidade elevada.

Frequentemente a lama deve ser armazenada durante longos períodos antes de ser utilizada para finalidades agrícolas.

Muito ricas em MV as lamas tem tendência a fermentar espontaneamente (nomeadamente na ausência de ar) e a gerar maus cheiros.

A estabilização visa reduzir os maus cheiros, impedindo o reinício da fermentação após o tratamento. Estas técnicas permitem igualmente reduzir os agentes patogénicos presentes na lama, assegurando assim uma função de higienização

As técnicas de estabilização são as seguintes:

- Estabilização por via biológica, degradação das MV de acordo com processos biológicos como:
 - Método anaeróbio com produção de biogás, a operação é realizada em meio fechado, e os compostos malcheirosos que gera são destruídos aquando da incineração do biogás.
 - Método aeróbio, o funcionamento biológico deste método é semelhante ao das lamas activadas.
- A estabilização por via química (por exemplo a calagem); esta técnica não degrada as MV, mas impede os micro-organismos de consumi-los colocando-os em condições que inibem o seu metabolismo.
- A estabilização por via física (secagem por exemplo). A lama encontra-se num ambiente pouco propício à sua degradação. Uma lama muito seca (> 90%) contém muito pouca água, o que impede qualquer desenvolvimento microbiano.

O tratamento das lamas permite obter uma sicissidade de 30% o que representa um volume de lamas tratadas para cada estação de tratamento indicado no quadro seguinte:

Quadro 42 - Volumes de lamas em cada ETAR

ETAR	Volume de areias (m3/d)	Volume de gorduras (m3/d)	Volume total de lamas primárias (m3/d)	Volume total após tratamento das lamas (m3/d)
ETAR Luanda Norte	156	156	11302	452
ETAR Luanda Sul	122	122	2337	633
ETAR Palmeirinhas	141	141	2756	480

C. Destino das lamas tratadas

As lamas são evacuadas, após o tratamento, para serem:

- Ou incineradas, o que não parece economicamente viável porque a incineração é consumidora de muita energia e exige um conjunto de técnicas de controlo de operação bastante exigentes;
- Ou levadas a depósito
- Ou, por último, secadas sobre leitos (convirá construir uma estrutura aberta e transparente que as proteja da chuva mas que deixe penetrar os raios solares), a que se segue o espalhamento em locais seleccionados na periferia da cidade.

6.8. ESCOLHA DE UMA ALTERNATIVA

A alternativa 1 parece ser preferível em relação às demais, em todos os aspectos.

Permite dispor de dois pontos de rejeição distintos, o que, ambientalmente, é melhor (propicia menores concentrações de poluição), mas também é preferível do ponto de vista operacional. O emissário de rejeição ao largo da Samba Pequena permitirá, se necessário, a ligação a uma zona mais próxima do centro cidade. A transferência até ao emissário das Palmeirinhas permitirá a conexão dos sectores de desenvolvimento do Sul, à medida das necessidades. Além disso, as transferências são menos longas, e por conseguinte com riscos operacionais mais reduzidos.

No plano construtivo, evita a sobreposição dos dois projectos a médio e longo prazo e portanto eventuais incompatibilidades.

É por conseguinte muito mais flexível, em termos de adaptação à evolução, e a eventuais modificações dos projecto após a construção da primeira fase, a médio prazo. Além disso confere uma flexibilidade não negligenciável às opções de urbanização que poderão ser adoptadas para a Nova Cidade.

Adicionalmente, a alternativa 1 não apresenta nenhum custo adicional relevante, relativamente às duas outras alternativas avaliadas.

Neste contexto, é esta a alternativa que é preconizada.

6.9. CUSTOS DE ALTERNATIVA GLOBAL PROPOSTA

Os custos da alternativa global proposta são sintetizados no quadro abaixo. São apresentados os custos de investimento totais bem como os custos de exploração anuais previsíveis.

Quadro 43 - Custos de investimento e de exploração da alternativa preconizada

	ETAR	Transferências	Emissários	Total
Custos de investimento totais (M\$)	810	75	331	1216

Custos de exploração totais (M\$)	56	3	0.4	59.4
--	----	---	-----	------

Estes custos referem-se unicamente aos elementos de depuração, de transferência e de rejeição. Os custos das redes de recolha quanto a elas são avaliados de forma independente nos próximos capítulos.

oOo

7. APRESENTAÇÃO DAS REDES DE SANEAMENTO

7.1. CONCEPÇÃO GERAL

A cidade de Luanda tem sofrido um acréscimo de população muito significativo nas três últimas décadas ocorrendo problemas generalizados de insuficiência dos sistemas de drenagem, quer na zona urbana central consolidada onde se encontra instalada a maior parte das infra-estruturas de drenagem, quer nas áreas envolventes mais recentemente ocupadas onde não existem em regra sistemas de saneamento estruturados.

Em resultado da evolução histórica, a rede de saneamento nos bairros estruturados da cidade de Luanda é unitária, estando instalados sistemas de tipo separativo em apenas algumas zonas restritas ou em bairros entretanto urbanizados.

Relativamente à problemática da escolha do tipo sistema a considerar para a drenagem da cidade de Luanda, as entidades responsáveis, em particular o GPL, através da ELISAL, têm vindo a realizar trabalhos de investigação e de cadastro que têm permitido avaliar a situação existente e identificar as alternativas técnica e economicamente mais vantajosas para resolver os problemas detectados, ao nível estrutural, hidráulico e ambiental.

Sob o ponto de vista económico um sistema separativo apresenta-se, regra geral, como a melhor solução de saneamento, uma vez que permite desviar e drenar as águas pluviais para as linhas de água mais próximas ou para o mar, resultando caudais mais reduzidos a elevar nas estações elevatórias e a tratar nas estações de tratamento de águas residuais (ETAR), e portanto, menores encargos de exploração. Para além desta vantagem económica, a rede separativa permite potenciar uma gestão ambiental mais adequada, pelo encaminhamento das águas residuais domésticas para as ETAR, evitando descargas de esgoto residual nos meios receptores.

As características de diâmetros e declives encontradas na rede de saneamento existente mostram que a rede é manifestamente insuficiente para drenar os caudais de cheia, mesmo para os correspondentes a período de retorno baixos, da ordem de 1 ou 2 anos, mínimo habitualmente considerado. Estimando-se que a garantia de protecção genérica da rede seja apenas para um período de retorno da ordem de 6 meses.

As zonas planas da cidade de Luanda são as mais afectadas com as inundações frequentes devido à conjugação dos dois factores, menores declives e assoreamento dos colectores, associados a menores capacidade de escoamento superficial, fruto, precisamente, das inclinações reduzidas dos mesmos. As consequências das cheias nestas zonas planas são também

muito mais gravosas, pois a água, na impossibilidade de escoar, acumula-se à superfície durante períodos prolongados, estando o escoamento dependente da fraca capacidade de vazão dos colectores.

As zonas da cidade com declives mais acentuados não apresentam problemas de inundação importantes, uma vez que os caudais que não são drenados pela rede de colectores escoam superficialmente pelos arruamentos. Os colectores nestas zonas, desde que os arruamentos sejam pavimentados, não se encontram regra geral assoreados pois os caudais escoam-se com velocidades elevadas, garantindo a sua auto-limpeza.

Embora o período de retorno de dimensionamento dos colectores pluviais possa variar de uns locais para os outros da cidade, considera-se que nas zonas centrais e mais importantes, da cidade deverá considerar-se, no mínimo, o dimensionamento dos colectores para caudais de ponta de cheia de período de retorno de 5 anos. Dado que a rede em operação garante apenas protecção para cheias de período de retorno de 6 meses, existirá um aumento significativo da protecção, que implica a construção de uma rede pluvial dedicada.

Para as zonas de maiores declives onde existe rede instalada poderão aceitar-se períodos de retorno inferiores no dimensionamento de colectores, desde que drenem pequenas bacias de cabeceira, onde não exista risco de erosão quando se verifica escoamento superficial.

Tendo em conta os problemas hidráulicos e ambientais já referidos anteriormente, considera-se como filosofia geral deste Plano Director a separação progressiva da drenagem das águas pluviais da drenagem das águas residuais nas zonas da cidade de Luanda onde actualmente existe rede unitária e a construção de sistemas de tipo separativo nas zonas que venham a ser infraestruturadas.

Assim, a rede de drenagem das águas pluviais, quer das zonas consolidadas da cidade, quer das zonas a estruturar, deverá ser (re)dimensionada para caudais de cheia associados a períodos de retorno adequados.

Os períodos de retorno que se propõe para dimensionamento da rede de drenagem pluvial tiveram em conta os valores indicados na Legislação Europeia (que em regra é mais conservativa que outras legislações), bem como, valores indicados em literatura da especialidade.

No Quadro 44 apresentam-se os valores dos períodos de retorno que deverão nortear o dimensionamento dos colectores e das intervenções a efectuar nas linhas de água da área em estudo. Para enquadrar estes critérios de dimensionamento na legislação existente, apresentam-se no Quadro 45 os valores das frequências recomendadas para projecto, indicados na Norma Europeia NP EN 752-4, "Sistemas Públicos de Drenagem de Águas Residuais", de 2001.

A comparação entre os valores apresentados nos Quadros 44 e 45 mostra que os valores dos períodos de retorno propostos neste Plano Director são ligeiramente mais conservativos que os indicados pela NP EN 752-4, correspondendo aqueles valores a zonas especiais da cidade de Luanda, onde convém reforçar as condições de drenagem por se verificarem prejuízos graves quando da ocorrência de cheias.

Na literatura da especialidade¹⁰, é também usual indicarem-se períodos de retorno de 5 a 10 anos para os caudais de ponta de cheia de dimensionamento de colectores pluviais de bacias urbanas.

Nos critérios propostos incluíram-se ainda os casos das linhas de água que dominam bacias hidrográficas de área significativa (valor indicativo - 10 km²) que deverão ser dimensionadas para caudais de ponta de cheia com períodos de retorno mais elevados, geralmente entre 20 e 100 anos, dada a importância dos caudais em causa.

Refira-se que a recente Lei da Água portuguesa (Lei nº 58/2005 que transpõe a Directiva Quadro Europeia nº 2000/60/CE) estabelece medidas de protecção contra cheias e inundações. Assim, as margens das linhas de água sujeitas a inundações ou ameaçadas pelas cheias devem ser zonas de edificação proibida ou condicionada, na área inundável pela cheia de período de retorno de 100 anos.

Como orientação geral, a drenagem das águas pluviais nestas bacias deverá continuar a ser efectuada por linhas de água ou valas a céu aberto, com definição do leito de cheia ou de faixa de protecção, onde a ocupação urbana seja impedida, por forma a garantir boas condições de escoamento e evitar perdas de vidas humanas e graves prejuízos materiais, aquando da ocorrência das cheias. As soluções a céu aberto permitem uma fácil limpeza e desobstrução da rede de drenagem, tornando possível intervir previamente à chegada do período das cheias, pelo que constituem a solução desejável, embora se admita, que por condicionalismos de vária natureza nem sempre possam ser esta a opção.

A utilização de redes de drenagem pluvial recorrendo a colectores, far-se-á apenas no âmbito de bacias com menor área drenada. Por outro lado, nas novas urbanizações, qualquer que seja a solução adoptada, dever-se-á ter sempre o cuidado de não impermeabilizar os terrenos de forma desmedida, propondo-se para tal que não sejam admitidos projectos que aumentem os caudais pluviais a derivar para jusante. Por outro lado, dever-se-á ter atenção à rede viária adjacente à rede de transporte, pois esta deverá estar convenientemente pavimentada, por forma a não contribuir com afluências de material sólido.

Estes critérios enquadram, na generalidade, o dimensionamento da rede de drenagem das águas pluviais da cidade de Luanda. Nos projectos a desenvolver, deverão os Projectistas estabelecer conjuntamente com a ELISAL critérios de dimensionamento em face da situação específica a tratar, podendo adoptar, consoante as características da zona urbana, períodos de retorno diversos, de 5 e 10 anos, ou mesmo 20 a 50 anos em locais mais sensíveis e/ou em secções de linhas de água dominando bacias de grande dimensão.

Quadro 44 - Períodos de retorno propostos

¹⁰ Armando Lencastre, o "Hidráulica Urbana e Industrial - Volume II - Parte III – Esgotos Pluviais, Ed. 2003", (onde refere os estudos que efectuou no âmbito do Saneamento da Cidade de Luanda após as grandes cheias de Março e Abril de 1963)

Período de retorno da precipitação excepcional (1 em "n" anos)	Zonas /colectores
1 em 2	Situação habitual para: Zonas residenciais/colectores secundários e terciários
1 em 5	Zonas sem escoamento superficial e/ou prejuízos graves na ocorrência de cheias
1 em 5	Situação habitual para: Centro da cidade, zonas industriais ou comerciais / colectores principais
1 em 10	Zonas sem escoamento superficial e/ou prejuízos graves quando da ocorrência de cheias
1 em 2	Zonas com escoamento superficial e sem risco de inundação e de erosão (bacias de cabeceiras)
1 em 10	Situação habitual para: Linhas de água
1 em 20 a 50	Casos pontuais e caudais de cheia importantes (bacias de grande dimensão >10 km ²)

Quadro 45 - Frequências recomendadas para o Projecto (NP EN 752-4)

Frequência prevista da precipitação excepcional (1 em "n" anos)	Zonas
1 em 1	Zonas rurais
1 em 2	Zonas residenciais
1 em 2 1 em 5	Centro da cidade, zonas industriais ou comerciais - Com controlo de inundação - Sem controlo de inundação
1 em 10	Passagens subterrâneas

Em conclusão, as soluções equacionadas para a zona central da cidade de Luanda e novas zonas a estruturar são as seguintes (ver Desenho N° 20):

- Reabilitação da rede unitária – solução a encarar na zona dos bairros estruturados de Luanda, em geral designada por “cidade do asfalto” onde se prevê a reabilitação dos pequenos colectores para a drenagem das águas residuais e construção de nova rede para drenagem das águas pluviais e eventual reabilitação dos grandes colectores para águas pluviais;
- Abandono da rede unitária e construção de rede separativa (2 novas redes) – solução a encarar na bacia que drena para a baía de Luanda e nas zonas onde existe rede unitária em mau estado de conservação e funcionamento nomeadamente já previsto para as Avenidas a intervencionar a curto prazo: Projecto GPL – Odebrecht.;
- Rede separativa (2 novas redes) em zonas urbanizadas ou a urbanizar nomeadamente:
 - Intervenção em curso ou a muito curto prazo nas zonas abrangidas pelos projectos GRN (China);

- Intervenções priorizadas pela ELISAL a curto prazo: Cazenga, S. Paulo, Bairro Popular, Terra Nova, Congolezes, Vila Alice e Cassenda.
- Transformação dos sistemas isolados do tipo fossa séptica e poço absorvente dos bairros não estruturados em sistema separativo com duas novas redes a construir após reabilitação urbana.

Para as restantes áreas do Plano Director, por infra-estrutura, propõem-se o desenvolvimento das seguintes soluções de saneamento até ao ano 2025 horizonte deste Plano:

- Rede separativa (2 novas redes) a encarar em todos os bairros novos e que estarão consolidados até 2025 (ano horizonte projecto);
- Sistemas de saneamento por vácuo nas zonas turísticas da Ilha e da Península do Mussulo.

No que concerne às linhas de água, preconiza-se que sejam mantidas, o mais possível, no seu estado natural, prevendo-se apenas a desobstrução das margens na zona do leito de cheia, quando estas se encontrem ocupadas, ainda que seja previsto um valor, baseado na experiência do consultor, para reabilitar pontualmente algumas secções mais críticas ou pequenos troços que se encontrem estrangulados. Esta avaliação só poderá ser feita em fase de projecto e, preferencialmente, com a desobstrução das linhas de água já concretizada.

7.2. CRITÉRIOS DE INTERVENÇÃO

7.2.1. ESCOAMENTO GRAVÍTICO – CRITÉRIOS DE PROJECTO

7.2.1.1. CAUDAIS DE ÁGUAS RESIDUAIS

No cálculo dos caudais de dimensionamento de águas residuais a drenar numa bacia urbana consideram-se basicamente as seguintes parcelas:

- Caudais domésticos – incluem o caudal resultante dos usos da água nas habitações e na sua envolvente, acrescida do caudal proveniente de actividades comerciais/industriais disseminadas nos aglomerados (nomeadamente lojas, restaurantes, armazéns e oficinas) e ainda o consumo público (tais como escolas, estabelecimentos de saúde, instalações desportivas, quartéis e rega de espaços exteriores);
- caudais industriais – incluem a contribuição das indústrias mais significativas ligadas à rede, cuja caracterização será feita caso a caso e nesta fase do Plano Director são avaliados de uma forma global;
- caudais de infiltração – incluem a água subterrânea que aflui à rede de colectores através de deficiências das tubagens, juntas ou câmaras de visita.

A capitação de águas residuais domésticas obtém-se afectando o valor da capitação de água de um coeficiente designado por factor de afluência à rede.

Este valor varia entre 0,70 e 0,90, tendo-se considerado aceitável o valor de 0,8 para toda a área em estudo.

O valor do caudal de ponta instantâneo devido à população obtém-se em cada secção de cálculo do colector pela multiplicação do caudal médio por um factor de ponta instantâneo. Para obter o caudal de dimensionamento, ao caudal de ponta deve adicionar-se o caudal de infiltração, os caudais industriais e, eventualmente, caudais de origem pluvial, em conformidade com a expressão seguinte:

$$Q_d = Q_{med} \times f_p + Q_i + Q_{ind} + Q_{opl}$$

em que :

- Qd- caudal de dimensionamento (m³/s);
- Qmed - caudal médio anual doméstico (m³/s);
- fp - factor de ponta instantâneo/diário;
- Qi- caudal de infiltração (m³/s);
- Qind - caudais industriais (m³/s);
- Qopl- caudais de origem pluvial (m³/s).

Para o dimensionamento de infra-estruturas de saneamento devem ser considerados, conforme a situação, o factor de ponta instantâneo ou o factor de ponta diário. Esses valores, multiplicados pelo caudal médio anual, permitem obter os correspondentes caudais de ponta, isto é, o caudal de ponta instantâneo e o caudal de ponta diário.

O factor de ponta instantâneo deve ser determinado, sempre que possível, com base na análise de registos locais. Na ausência de elementos que permitam a sua determinação, pode adoptar-se a seguinte expressão indicada no Regulamento Geral de Águas e Drenagem de Águas Residuais utilizado em Portugal:

$$f = 1.5 + \frac{60}{\sqrt{P}}$$

em que:

- P - população a servir [hab];
- f - factor de ponta instantâneo.

No âmbito do dimensionamento de infra-estruturas de saneamento (colectores e emissários) não serão considerados factores de ponta instantâneos superiores a 5. Na ausência de outra informação que permita determinar o factor de ponta diário, poderá ser considerado um valor entre 1,2 e 1,4, dependendo da importância prevista de caudais lançados pelas indústrias a montante, bem como em função da área global contribuinte. Quanto maior for a área, menor deverá ser o factor adoptado. Os factores de ponta diários poderão ser aplicados a tubagens com diâmetros superiores a 400mm, recomendando-se a aplicação de factores de ponta instantâneos no caso de tubagens com diâmetros inferiores.

Caudais de infiltração

Os sistemas de drenagem de águas residuais devem ser concebidos e dimensionados tendo em vista minimizar os caudais de infiltração. Para controlar os caudais de infiltração devem ser adoptados procedimentos adequados de projectos, nomeadamente em termos da selecção dos materiais, do tipo de juntas e adoptar disposições construtivas para minimizar as infiltrações, nomeadamente na ligação dos colectores às caixas de visita.

Embora os materiais e as tecnologias de construção de colectores se tenham vindo a aperfeiçoar, nomeadamente no sentido de reduzir ou mesmo evitar completamente a ocorrência de infiltração, na prática, se os sistemas de drenagem são implantados sob o nível freático, torna-se especialmente difícil, e por vezes mesmo antieconómico, atingir esse objectivo. As águas infiltradas podem resultar da existência de juntas imperfeitas ou mal construídas, fendilhação por assentamento diferencial dos colectores e falta de estanqueidade das caixas de visita ou dos ramais domiciliários afluentes.

Desde que não se disponham de dados experimentais locais ou de informações similares, o valor do caudal de infiltração a ser considerado nos projectos deverá ser proporcional aos comprimentos e diâmetros dos colectores, podendo neste caso, que se trata de colectores recentes ou a construir, estimar-se os caudais de infiltração da ordem de 0,5 m³ por dia por centímetro de diâmetro e por quilómetro de comprimento de rede de drenagem.

No mínimo deverá admitir-se uma percentagem da ordem de 10% do caudal médio diário para se obter o caudal de infiltração.

Embora teoricamente não devessem afluir caudais de origem pluvial a uma rede separativa doméstica o que é facto é que esta situação se verifica com frequência. No caso da cidade de Luanda poderá vir a verificar-se que é difícil eliminar todas as ligações existentes da drenagem de águas pluviais à rede de saneamento, pelo que poderá ser necessário considerar valores da contribuição pluvial.

7.2.1.2. CAUDAIS DE CHEIA DE ÁGUAS PLUVIAIS

A. Método racional

Para o cálculo dos caudais de ponta de cheia de águas pluviais existem vários métodos disponíveis, adoptando-se habitualmente para as bacias hidrográficas urbanas de pequena a média dimensão métodos mais simplificados, sendo frequentemente utilizada a fórmula racional, que se traduz pela seguinte expressão:

$$Q_p = C_i A / 3,6 \text{ (m}^3\text{/s)}$$

em que:

Q_p - é o caudal de ponta de cheia associado a um dado período de retorno (em m³/s);

C - é o coeficiente de escoamento (adimensional);

i - é a intensidade de precipitação correspondente ao tempo de concentração e ao período de retorno de dimensionamento (em mm/h);
 A - é a área da bacia drenada pela secção do colector ou canal (em km²).

Os critérios para selecção do período de retorno de dimensionamento foram apresentados no ponto 7.1.

No Quadro 46 constam os valores do coeficiente de escoamento C em função do período de retorno, retirados do livro Ven Te Chow, (1988)¹¹, tendo em conta o tipo de superfície e zonas com revestimento vegetal. Para os tipos de superfícies com cobertura vegetal foi seleccionado o que apresenta menos de 50% de área coberta com vegetação por ser a que melhor se ajusta às características de coberto vegetal da cidade de Luanda.

Quadro 46 - Valores dos coeficientes C da fórmula racional

Tipo de superfície	Período de Retorno (anos)					
	2	5	10	25	50	100
Asfalto	0,73	0,77	0,81	0,86	0,90	0,95
Telhados/Betão	0,75	0,80	0,83	0,88	0,92	0,97
Áreas permeáveis	Zonas com revestimento vegetal (menos 50% da área) – parques, prados,					
Zonas Planas, (0-2%)	0,32	0,34	0,37	0,40	0,44	0,47
Médias, (2-7%)	0,37	0,40	0,43	0,46	0,49	0,53
Declivosas (>7%)	0,40	0,43	0,45	0,49	0,52	0,55

No Quadro 47 são indicados os valores do coeficiente de escoamento C apresentados na “Norma Europeia NP EN 752-4 – Sistemas Públicos de Drenagem de Águas Residuais”, em função da natureza da superfície. No Quadro 3 são indicados os valores do coeficiente de escoamento C conforme o tipo de urbanização, retirados de Lencastre, A.¹², que correspondem a valores ponderados dos coeficientes de escoamento em função da natureza da superfície e de valores médios das áreas de urbanizações tipo.

Quadro 47 - Valores dos coeficientes C da fórmula racional (NPEN 752)

Natureza da área abrangida	Coefficiente de escoamento	Comentários
Áreas impermeáveis e coberturas muito inclinadas	0,9 a 1,0	Em função do armazenamento em zonas baixas
Grandes coberturas planas	0,5	Superior a 10000m ²
Pequenas coberturas planas	1,0	Inferior a 100m ²
Áreas permeáveis	0,0 a 0,3	Em função da inclinação do terreno e do seu revestimento

Quadro 48 - Coeficiente de escoamento C conforme a urbanização

¹¹ Ven te Chow, “Applied Hydrology”, 1988)

¹² Armando Lencastre, Hidráulica Urbana e Industrial, Memórias Técnicas – Volume II, LNEC, Edição 2003

Tipo de urbanização	Coefficiente de escoamento
Zonas centrais completamente edificadas de cidades antigas	0,70 a 0,90
Bairros periféricos com pouco espaços livres	0,50 a 0,70
Bairros recentes pouco densos	0,25 a 0,50
Praças	0,10 a 0,30
Jardins e cemitérios	0,05 a 0,25

Os valores dos coeficientes de escoamento apresentados no conjunto dos quadros complementam-se e permitem aferir melhor o coeficiente de escoamento a adoptar em cada bacia contribuinte para a secção de cálculo do caudal de ponta de cheia.

O regime de precipitações em Luanda caracteriza-se pela ocorrência de um número reduzido de chuvadas no ano, algumas delas de grande intensidade e de muito curta duração, raramente superior a 2h.

Os valores da intensidade de precipitação para os períodos de retorno de 2, 5 e 10 anos podem obter-se através de curvas I-D-F do tipo exponencial, dadas por:

$$I = a t^b(\text{mm/h})$$

em que:

- I - Intensidade de precipitação para dada duração (mm/h)
- t - Duração da chuvada (h)
- a,b - Parâmetros que dependem do período de retorno

Os parâmetros a e b têm os seguintes valores, apresentados no Quadro 51 de acordo com Hidroprojecto, 1982¹³..

Quadro 49 - Parâmetros «a» e «b» das curvas «I-D-F»

Período de Retorno (anos)	a	b
2	43.5	-0.44
5	64.9	-0.44
10	79.1	-0.44

No Quadro 50 são indicados os valores da intensidade de precipitação para vários períodos de retorno e tempo de concentração de 15, 30 e 60 minutos, que correspondem a valores característicos nas bacias de drenagem urbana. Os correspondentes aos períodos de retorno de 2, 5 e 20 foram obtidos a partir das curvas I-D-F.

¹³ HIDROPROJECTO, "Plano Geral de Esgotos", 1982

Quadro 50 - Intensidade de precipitação para vários períodos de retorno (mm/h)

Período de Retorno (anos)	Duração de 15 minutos	Duração de 30 minutos	Duração de 60 minutos
2	80.1	59.0	43.5
5	119.6	88.0	64.9
10	145.6	107.3	79.1
20	169	127	95
25	176	132	100
50	200	151	115
100	223	169	130

Os valores da intensidade das precipitações para os períodos de retorno de 20, 25, 50 e 100 anos e durações de 15, 30 e 60 minutos, obtiveram-se pelo ajustamento aos valores dos períodos de retorno de 2, 5 e 10 anos da função de distribuição de Gumbel que pode ser generalizada por:

$$x_T = \bar{x} + k_T s_x$$

em que :

x_T - é o valor da variável para um dado período de retorno e duração, k_T é o factor de frequência;

\bar{x} - é a média da série amostral;

s_x - é o desvio padrão da série amostral.

O factor de frequência da distribuição de Gumbel, é, apenas, função do período de retorno, relacionando-se do seguinte modo:

$$k_T = -0.7797 \left[\ln \left(\ln \left(\frac{T}{T-1} \right) \right) \right] - 0.45$$

Com base nos valores conhecidos da intensidade de precipitação para os períodos de retorno que constam do Quadro nº 44, determinaram-se a média e o desvio padrão da amostra para cada duração e, em seguida, os valores da intensidade de precipitação para os períodos de retorno de 20, 25, 50 e 100 anos e durações de 15, 30 e 60 minutos. Estes valores encontram-se indicados no Quadro nº 50.

Para o cálculo do tempo de concentração de bacias hidrográficas, podem ser utilizadas fórmulas empíricas. Em seguida apresentam-se algumas dessas expressões habitualmente usadas:

Fórmula de Temez

$$t_c = 0,3 \left(\frac{L}{d_m 0.25} \right)^{0,76}$$

em que t_c é o tempo de concentração em (h), L o comprimento da linha de água principal em km, e d_m o declive médio do curso de água principal a montante da secção de referência.

Fórmula do NERC

$$t_c = 2,8 \left(\frac{L}{\sqrt{d_{10:85}}} \right)^{0,47}$$

em que t_c é o tempo de concentração em (h), $d_{10:85}$ (m/km) é o declive da linha de água entre 10 e 85% do seu desenvolvimento, L comprimento em (km).

Fórmula de Kirpich

$$t_c = 0,0663 L^{0,77} d_m^{-0,385}$$

em que t_c é o tempo de concentração em (h), L o comprimento da linha de água em km, e d_m o declive médio.

Nas bacias urbanas, a melhor aproximação para o tempo de concentração, obtém-se da soma do tempo até à entrada no colector dos caudais de águas pluviais com o tempo de percurso dentro da canalização, ou seja:

$$t_c = t_e + t_p$$

O tempo de entrada corresponde ao tempo de escoamento superficial na bacia hidrográfica até à entrada na rede de drenagem e este tempo pode ser calculado pelas expressões de cálculo de t_c indicadas anteriormente, se a bacia hidrográfica tiver alguma dimensão ou adoptar um valor entre 5 e 10 minutos, se a bacia corresponder a uma área de um troço de percurso. O tempo de percurso é calculado através do estudo hidráulico, pois depende da velocidade de escoamento, que por sua vez está relacionada com a inclinação e o diâmetro do colector ou as características geométricas do canal.

Em Matos, M.R., (1987)¹⁴ apresenta-se a “Panorâmica do uso do Método Racional a nível Mundial” no dimensionamento das redes de drenagem de zonas urbanas. Assim, tem-se o seguinte:

- O tempo de entrada varia entre 2-8 minutos no Reino Unido e entre 5-15 minutos nos Estados Unidos;
- A área de aplicação varia de bacias de 10-30 ha (Reino Unido); inferiores a 100 ha (Suécia); inferiores a 1300 ha (USA); inferiores a 4000 ha (Rússia).

Neste Plano Director considera-se adequado utilizar o método racional para bacias com áreas drenadas até 200 ha, de acordo com o valor indicado pela Norma Europeia NP EN 752-4. Para bacias hidrográficas de áreas superiores

¹⁴ Matos, M. R. – Método de Cálculo de Caudais Pluviais em Sistema de Drenagem Urbana. LNEC, 1987

deverá validar-se o valor dos caudais de cheia mediante a aplicação de outros métodos, nomeadamente os baseados no conceito de hidrograma unitário. Em seguida apresenta-se uma metodologia baseada na utilização do hidrograma unitário, proposta pelo Soil Conservation Service.

B. Método do Soil Conservation Service

A determinação dos caudais de ponta de cheia e hidrogramas de cheia nas secções da rede de drenagem que dominem áreas de bacia hidrográfica superiores a 200 ha pode ser efectuada a partir de um modelo de precipitação-escoamento, baseado no conceito de hidrograma unitário, o qual representa a relação de transformação da precipitação em escoamento em bacias hidrográficas. O hidrograma unitário combinado com valores adequados de precipitação permite gerar, quer o caudal de ponta de cheia, quer o hidrograma de cheia para os períodos de retorno pretendidos. Em geral, considera-se que o período de retorno da cheia é o mesmo da precipitação que a origina.

A metodologia que se propõe para a análise hidrológica de cheias é a do Soil Conservation Service e compreende os seguintes passos:

- definição da bacia hidrográfica na secção de dimensionamento e determinação das suas principais características fisiográficas;
- estabelecimento de hietogramas de projecto, associados aos períodos de retorno pretendidos, com base em curvas de precipitação-duração-frequência apresentadas anteriormente;
- definição do número de escoamento da bacia hidrográfica em função das suas características geológicas e de uso do solo, com vista a considerar o método do Soil Conservation Service (SCS) para avaliar as perdas de água na bacia hidrográfica e, por conseguinte, a precipitação útil que contribui para o escoamento (ver Quadro nº 51);
- definição do hidrograma unitário sintético do SCS, que exige como parâmetro o tempo de atraso da bacia, função, de acordo com a formulação proposta pelo SCS, do comprimento da linha de água, declive da bacia e do número de escoamento;
- utilização do modelo HEC-HMS (U.S. Army Corps of Engineers) para simular os hidrogramas de cheia afluentes associados aos períodos de retorno de 10, 20, 50 ou 100 anos.

Definição dos hietogramas

Os períodos de retorno a seleccionar para realizar os hietogramas de projecto estão associados ao dimensionamento do colector ou canal de acordo com os critérios já abordados no ponto 7.1.

Os hietogramas de projecto são caracterizados pelo período de retorno, pela duração total da chuvada, intervalo de tempo e distribuição temporal da precipitação. A sua definição exige igualmente conhecer as relações precipitação-duração para os períodos de retorno pretendidos.

A duração total da chuvada de projecto depende essencialmente da dimensão da bacia hidrográfica que se pretende analisar. Segundo o U.S. Army Corps of

Engineers, a duração da chuvada a considerar deve ser no mínimo igual ao tempo de concentração da bacia hidrográfica, devendo ser consideravelmente aumentada em estudos onde o volume e o caudal de ponta de cheia tenham grande importância.

O intervalo de tempo a considerar para o hietograma de precipitação e conseqüentemente para o hidrograma unitário deve reflectir as características da bacia hidrográfica, nomeadamente a sua dimensão, e principalmente garantir uma precisão razoável na estimativa do caudal de ponta de cheia. Segundo o Corps of Engineers, consegue-se essa precisão se forem conhecidos pelo menos três pontos antes do pico, no ramo ascendente do hidrograma. Assim, uma estimativa aproximada pode ser obtida dividindo o tempo de concentração por três.

Finalmente, a distribuição temporal da precipitação pode ser obtida pela aplicação de um método usado pelo Corps of Engineers, incluído no modelo HEC-HMS. O método em questão permite desenvolver hietogramas de projecto associados a um dado período de retorno a partir das curvas I-D-F. Com base naquelas curvas, calculam-se os valores das intensidades de precipitação para as durações t_1 , t_2 , ... , t_n , sendo t_1 o intervalo de tempo adoptado, para subdivisão da duração total da chuvada considerada, t_2 , ... , t_n , durações múltiplas do intervalo de tempo e n número total de intervalos de tempo. A partir do produto dos valores da intensidade de precipitação pela duração, determinaram-se os valores da precipitação acumulada. Subtraindo sucessivamente aqueles valores obtêm-se incrementos de precipitação de duração t_1 . Estes incrementos de precipitação são ordenados numa nova sequência de valores, com o valor máximo no centro do hietograma e os restantes alternadamente à esquerda e à direita do central, à esquerda o segundo maior valor, à direita o terceiro e, assim, sucessivamente.

C. Modelo de perdas e hidrograma unitário da bacia

A precipitação total pode ser dividida em precipitação útil, responsável pelo escoamento superficial ou directo, e numa parcela de perdas relativas à intercepção na cobertura vegetal, armazenamento em depressões à superfície do solo, evapotranspiração e infiltração.

Existem vários métodos incluídos no modelo HEC-HMS para o cálculo das precipitações úteis, nomeadamente o das perdas uniformes ao longo da chuvada, o do S.C.S., o das perdas exponenciais.

A metodologia do S.C.S. assenta fundamentalmente na definição de um parâmetro, o número de escoamento (CN). Este parâmetro tem em conta fundamentalmente o tipo do solo e a sua ocupação e as condições antecedentes de humidade do solo.

Propõe-se que as perdas iniciais e por infiltração durante a chuvada obedeçam à formulação indicada pelo S.C.S.

A partir da análise de numerosas bacias hidrográficas foi possível ao S.C.S. tabelar os valores do número de escoamento em função dos diversos tipos de solos segundo a sua capacidade de gerar escoamento e a sua ocupação, quer para bacias urbanas, quer para bacias rurais. As tabelas referidas constam de numerosa bibliografia de especialidade (Ven te CHOW, 1988) e reproduzem-se no Quadro nº 51.

Condições razoáveis: relva cobrindo de 50 a 75% da área		49	69	79	84
Zonas comerciais e de escritórios (85% da área impermeável)		89	92	94	95
Zonas industriais (72% de área impermeável)		81	88	91	93
Zonas residenciais:					
Dimensões médias dos lotes	% média impermeável				
< 500 m ²	65%	77	85	90	92
1000 m ²	38%	61	75	83	87
1300 m ²	30%	57	72	81	86
2000 m ²	25%	54	70	80	85
4000 m ²	20%	51	68	79	84
Parques de estacionamento, telhados, viadutos, etc.		98	98	98	98
Arruamentos e estradas:					
asfaltadas e com drenagem de águas pluviais		98	98	98	98
gravilha		76	85	89	91
terra batida		72	82	87	89

D. Hidrogramas de cheia

A determinação dos hidrogramas de cheia na secção da dimensionamento do colector ou canal deverá ser efectuada com recurso a cálculo automático, nomeadamente, ao modelo hidrológico HEC-HMS disponível em <http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-hms>. Os ficheiros de entrada de dados do modelo incluem, para cada período de retorno analisado, precipitação de projecto, o modelo de perdas de água na bacia para determinar a precipitação útil responsável pelo escoamento, e finalmente, o tempo de atraso tp da bacia hidrográfica.

7.2.1.3. DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO DA REDE

O escoamento nos colectores varia ao longo do espaço e do tempo, em particular nos colectores de drenagem de águas pluviais.

Nos casos mais complexos será necessário levar ter em conta esta variabilidade. Nos casos mais simples poder-se-á fazer o dimensionamento da rede para o caudal de ponta (no caso de redes de drenagem de águas residuais domésticas) e para o caudal de pico (no caso de redes de drenagem pluvial), e assumindo que a rede escoar em regime permanente.

Para o cálculo hidráulico dos elementos de condução da rede (canais, colectores e condutas em pressão) recorre-se a uma das múltiplas fórmulas/ equações que permitem relacionar as condições de escoamento, (caudal, velocidade, perda de carga, raio hidráulico, altura de escoamento, tensão de arrastamento, etc.) com as características físicas do elemento de condução (forma e dimensões do elemento da secção, inclinação e rugosidade). As mais usuais são as de Manning-Strickler e de Darcy-Weisbach.

A fórmula de Manning-Strickler é dada por:

$$Q = K_s \times S \times R_h^{2/3} \times J^{1/2}$$

em que,

- Q - caudal (m³/s);
- Ks - coeficiente de Manning-Strickler (m^{1/3}/s),¹⁵
- S - secção de escoamento (m²);
- Rh - raio hidráulico (m);
- J - a perda de carga unitária (m/m).

A equação de Darcy-Weisbach costuma apresentar-se sob a forma:

$$J = f / D \times V^2 / (2g)$$

em que: f é o factor de resistência (-), g a aceleração da gravidade (9,8 m/s²), D o diâmetro interior da tubagem (m), V a velocidade do escoamento (m/s) e J a perda de carga unitária (m/m).

Considerando as relações entre Q e V, pode-se exprimir a equação de Darcy-Weisbach, na forma seguinte:

$$Q = 1 / f \times S \times (2g D J)^{1/2}$$

O factor de resistência f será obtido pela resolução da fórmula de Colebrook-White:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{k}{3.7D} + \frac{2.51}{Re \sqrt{f}} \right)$$

em que Re é o número de Reynolds e k a rugosidade absoluta equivalente da tubagem (m).

Para o dimensionamento hidráulico são considerados os seguintes dois casos particulares que muito facilitam a aplicação das equações anteriores:

- Escoamento com superfície livre em regime permanente uniforme- Neste caso a perda de carga unitária coincide com a inclinação da conduta, isto é J = I (ambas em m/m)
- Escoamento com a secção cheia e escoamento em pressão (em condutas fechadas). Nestes casos a secção de escoamento S e o raio hidráulico são constantes e directamente relacionados com a forma e dimensão da tubagem; para tubagens circulares de diâmetro interior D, tem-se: S = $\pi / 4 \times D^2$ e Rh = D / 4.

Os valores da rugosidade absoluta equivalente variam habitualmente entre 0,3 mm para colectores bem construídos e 3,0 mm para situações de má execução dos colectores, em particular das juntas. Nas situações correntes poder-se-á adoptar um valor de rugosidade absoluta em torno de 1,0 mm (quer para drenagem pluvial quer para a drenagem de águas residuais comunitárias).

¹⁵ Muitos autores usam o parâmetro n = 1 / Ks, designando-o por coeficiente de Manning.

Para o coeficiente de rugosidade de Strickler é usual considerar (quer em drenagem pluvial, quer em drenagem de águas residuais comunitárias), o valor de $K_s = 75$, ou, equivalentemente, um coeficiente de Manning ($n = 1/K_s$) de 0.013.

7.2.1.4. MATERIAIS DE CONDUTAS

Nas redes de drenagem de águas residuais comunitárias é usual recorrer a tubagens de materiais plásticos, nomeadamente, PVC, PP, PEAD e PRFV, devido às boas características de resistência à corrosão química e baixa rugosidade e bom preço. Para condutas de maior diâmetro e/ou fortemente solicitadas é também possível recorrer ao ferro fundido dúctil (FFD), aço e betão. As condutas de materiais metálicos deverão ser revestidas interiormente e exteriormente contra a corrosão.

Na drenagem de águas pluviais, nos colectores de menores diâmetros poderão ser utilizados os materiais plásticos acima referidos; para os colectores de maiores dimensões o material mais usual será o betão pela experiência, resistência elevada e preço competitivo e o PRFV. Em casos especiais poder-se-á recorrer ao FFD e aço, revestidos interior e exteriormente.

Para garantir a estanqueidade das juntas, estas devem ser, em geral, de anel de borracha de tipo autoblocante.

A utilização de tubagens não plásticas (FFD, aço e betão) em solos ou ambientes especialmente corrosivos, implica um estudo adequado.

A utilização de tubagens de PRFV só deverá ser aceite mediante a apresentação de referências abonatórias apropriadas e de garantias de bom comportamento (em termos de estanqueidade e de ovalização) de, no mínimo 20 anos.

7.2.1.5. CRITÉRIOS DE PROJECTO DAS REDES DE COLECTORES

A. Diâmetros mínimos e máxima altura de escoamento

Nas redes de drenagem de colectores de secção circular deverá adoptar-se para diâmetro mínimo o DN 200.

Os colectores de drenagem de águas residuais comunitárias devem ser dimensionados por forma a garantir a ventilação das redes de drenagem e desse modo tentar evitar as condições de ocorrência de septicidade. Como regra os colectores até 300 e 400 mm de diâmetro devem ser dimensionados de tal forma que o caudal de ponta de dimensionamento se escoar a meia secção. Para diâmetros superiores a prática aconselha que se faça corresponder ao caudal de ponta uma altura de escoamento de 7/10 do diâmetro.

Os colectores de drenagem de águas pluviais devem ser dimensionados para escoar o caudal de ponta a secção cheia.

B. Inclinações e velocidades de auto-limpeza dos colectores

Correntemente as inclinações adoptadas para os colectores não devem em geral ser inferiores a 0,3% e superiores a 15%. Admitem-se inclinações inferiores desde que seja garantido o rigor do nivelamento, a estabilidade do assentamento e o poder de transporte.

A velocidade para o caudal de ponta em colectores domésticos não deve ser inferior a 0,6 m/s e para os colectores pluviais ou unitários não deve ser inferior a 0,9 m/s por forma a manter condições de auto-limpeza dos colectores, para evitar a deposição permanente de sólidos.

Quando em zonas muito planas das redes não existem condições de auto-limpeza deverá dispor-se de equipamentos de limpeza de colectores, nomeadamente para criar correntes de varrer, utilizando por exemplo jactos sob pressão ou mesmo comportas que represam as águas a montante e abrem provocando o arrastamento dos sólidos.

C. Avaliação das condições de septicidade e de velocidade mínima

Em sistemas de drenagem de água residual, a ocorrência de septicidade é associada, em regra, à presença de compostos químicos, entre os quais se destaca o ácido sulfídrico (H₂S), também designado por sulfureto de hidrogénio ou por gás sulfídrico, se se apresentar sob a forma gasosa. A relevância do ácido sulfídrico na problemática sanitária deve-se, principalmente, à manifestação dos seguintes efeitos:

- odor intenso e desagradável, mesmo quando presente em pequenas concentrações;
- corrosão dos colectores, caixas de visita, poços de bombagem e órgãos das estações de tratamento;
- produção, em determinadas circunstâncias, de ambientes letais na atmosfera dos colectores e espaços vizinhos confinados.

Em Luanda onde a temperatura média é sempre bastante elevada, sendo as águas residuais de elevada concentração em matéria orgânica, associadas frequentemente a reduzida energia gravítica disponível para se processar o escoamento (zonas planas ou com pequenos desníveis topográficos) e a tempos de retenção elevados no interior do sistema, tornam provável a ocorrência de septicidade.

A expressão empírica apresentada por POMEROY e BOWLUS, 1946 foi formulada com vista a prevenir a formação de sulfuretos em colectores de águas residuais, com escoamento em superfície livre. Essa expressão, cuja aplicação é condicionada a alturas relativas de escoamento inferiores ou iguais a 0,50, permite estimar a velocidade crítica do escoamento. A expressão é a seguinte:

$$V_{cs} = 0,042 \cdot (CBO_5 \cdot 1,07^{(T-20)})^{1/2}$$

em que,

V_{cs} - velocidade crítica do escoamento (m/s);

- CBO5- carência bioquímica em oxigénio, aos cinco dias (mg/l);
- T - temperatura das águas residuais (° C).

Aplicando a expressão acima indicada, com uma CBO5 de 300 mg/l e para a temperatura de 27° C que é a média das temperaturas médias dos trimestre mais quente registadas no Observatório de Luanda, resulta uma velocidade crítica mínima requerida de 0,92 m/s, abaixo da qual existem condições potenciais para formação de sulfuretos.

7.2.1.6. ASPECTOS CONSTRUTIVOS DA REDE DE COLECTORES

A. Colectores

Os colectores de drenagem de águas residuais e pluviais devem ser assentes por forma a assegurar a sua perfeita estabilidade e estanqueidade. Por forma a reduzir os caudais de infiltração nas redes de águas residuais, o que se reflecte também na redução dos custos de exploração e no incremento do horizonte de projecto da obra, é recomendável a inclusão de passa-muros para impermeabilizar as juntas entre a tubagem e a caixa de visita.

Os colectores serão assentes em vala e construídos em alinhamentos rectos entre caixas. A abertura das valas de assentamento das canalizações deverá ser feita cuidadosamente, contemplando um recobrimento mínimo de 1,00 m, devendo as tubagens ser devidamente centradas e as valas regularizadas e preparadas no seu fundo com uma camada de areia, a fim de permitir um apoio contínuo.

A ocorrência de más condições de fundação dos colectores poderão obrigar ao melhoramento do solo de fundação ou mesmo ao estudo de soluções de fundação especial das tubagens que deverão ser estudadas no âmbito da elaboração dos projectos específicos.

Os espaços entre as tubagens e as paredes da vala serão preenchidos com terra limpa, isenta de pedras ou outros elementos que as possam danificar, que será regada e compactada de modo a que não fiquem vazios na camada envolvente do colector. Este envolvimento abrangerá a parte superior dos colectores ou manilhas, de modo a que a espessura da camada acima da geratriz mais elevada seja de, pelo menos, 0,10m. A restante altura de aterro será feita por camadas de 0,20m bem compactadas e regadas.

B. Caixas de visita para colectores

Em colectores não visitáveis de diâmetro até 1,0 m, devem ser instaladas caixas de visita sempre que se verifiquem alterações nas inclinações dos troços, mudanças de direcção e de diâmetro dos colectores, bem como nas junções entre diferentes colectores, não devendo a distância entre caixas de visita ser superior a 100 m.

Nos colectores visitáveis, de diâmetro superior a 1,0 m, um espaçamento máximo entre caixas de visita de 180 a 200 m é geralmente adequado em alinhamento recto; em colectores de diâmetro superior a 1,8 m esta distância pode ser aumentada até 300 m.

De acordo com a sua função, prevê-se a construção dos seguintes tipos de caixas:

- Caixa inicial.
- Caixa de passagem simples.
- Caixa de junção.
- Caixa de mudança de direcção.

De acordo com a profundidade da caixa, o diâmetro interior do seu corpo será de 1,0m (para $h < 2,50\text{m}$) ou 1,25m (para $h > 2,50\text{m}$), constituído por anéis de betão pré-fabricados, assentes sobre uma base de betão armado, que envolve os colectores. A soleira das caixas será conformada com caleiras, a executar com betão de enchimento, que farão a transição entre os colectores de entrada e saída.

Sempre que a diferença das cotas de soleira dos colectores, à entrada e à saída das caixas, seja inferior a 0,50m a transição far-se-á, de forma suave, no interior da caixa através da conformação da soleira. Caso contrário, será executada uma queda guiada no exterior da caixa de visita, para os menores diâmetros, até 600 mm, e para diâmetros superiores reparte-se a queda por uma sequência de degraus.

As coberturas serão feitas com cones pré-fabricados de betão ou com coberturas planas, sobre as quais serão instaladas as tampas em ferro fundido, circulares e com abertura útil de 600mm, para a classe de resistência adequada, de acordo com a NP EN124. O acesso ao interior das caixas será feito através de degraus em aço revestido a polipropileno cravados numa das paredes.

As caixas de águas residuais deverão ser revestidos interiormente com pintura anti-corrosiva.

C. Ligações Domiciliárias

No sistema de saneamento separativo preconizado, as ligações dos prédios às redes de colectores deverão ser feitas, no caso geral, por dois ramais distintos: um exclusivamente destinado à condução das águas residuais e o outro, com a finalidade de escoar as águas pluviais.

No caso de moradias, por exemplo, este último ramal não será, regra geral, necessário.

O diâmetro nominal mínimo admitido nos ramais de ligação é de 125 mm e a altura do escoamento não deve exceder a meia secção ou atingir a secção cheia, respectivamente, em ramais de ligação domésticos ou pluviais.

As inclinações das canalizações não devem ser inferiores a 1%, sendo aconselhável que se mantenham entre 2% e 4%.

A inserção dos ramais de ligação na rede pública pode fazer-se nas câmaras de visita ou, directa ou indirectamente, nos colectores. A inserção directa deverá apenas efectuar-se para diâmetros de colectores superiores a 500 mm e deve fazer-se a um nível superior a dois terços da sua altura.

A inserção nos colectores pode fazer-se por meio de forquilhas simples com um ângulo de incidência igual ou inferior a $67^{\circ}30'$ sempre no sentido do escoamento, de forma a evitar perturbações na veia líquida principal, embora na ligação aos colectores domésticos possa ser realizada por "tê", desde que a altura da lâmina líquida do colector se situe a nível inferior ao da lâmina líquida do ramal.

D. Dispositivos de ventilação

A ventilação das redes de esgotos de águas residuais é importante, não só para que a presença de ar no interior dos colectores impeça, ou pelo menos dificulte a entrada em putrefacção do esgoto, mas ainda que permita a libertação de gases tóxicos e por vezes explosivos que em determinadas circunstâncias neles se acumulam.

O facto de se calcularem os colectores a meia- secção ou a 0,7 da altura nos colectores de grandes diâmetros e de se garantir um mínimo de velocidade de escoamento, permite a criação de condições adversas à formação do sulfídrico.

Em todo o caso, há pontos especiais das redes onde será necessário tomar precauções, nomeadamente, nas caixas de junção das condutas elevatórias com o emissário, nas mudanças de inclinação, nas quedas, nas caixas de visita nas imediações de garagens ou de determinadas instalações industriais e, dum modo geral, em todos os locais onde, dando-se alterações significativas das condições de escoamento, se possa libertar o sulfídrico.

Os dispositivos de ventilação serão constituídos por tubagens, de preferência em plástico, com o diâmetro mínimo de 10 cm, que façam a comunicação da atmosfera interior das redes com o ar exterior.

Essas tubagens ligarão aos prédios mais altos nas imediações dos locais em que se prevêem, e sobressairão pelo menos 1,5 m das coberturas respectivas.

Além destes casos, ventilar-se-ão ainda os grandes emissários a espaços regulares, uma vez que o esgoto neles recolhido já terá permanecido, pelo menos em parte, um tempo, porventura longo, nas redes, nas estações elevatórias, nos postos de bombagem e nas condutas elevatórias.

7.2.1.7. PERFIS TRANSVERSAIS TIPO DE LINHAS DE ÁGUA

As linhas de água a intervencionar, quer as incluídas na actual área urbana, quer as das futuras zonas a urbanizar da cidade de Luanda, deverão ser dimensionadas para escoar o caudal de máxima cheia de período de retorno variável entre 20 e 50 anos. O período de retorno deverá ser seleccionado caso a caso, aquando da elaboração do Projecto de Intervenção na linha de água, em função da sensibilidade da zona e do maior ou menor valor do caudal de dimensionamento.

No âmbito deste Plano Director procedeu-se à definição de perfis transversais tipo para as linhas de água a regularizar, tendo em conta três tipos diferentes de ocupação urbana da cidade de Luanda, designadamente, densa, média e fraca ocupação urbana (ver Desenho N^o16).

Esta análise teve por objectivo enquadrar o tipo de soluções que podem ser desenvolvidas no âmbito de regularização das linhas de água e adicionalmente fornecer as características geométricas das secções transversais, ou seja, uma ordem de grandeza da largura e da altura de água necessárias para escoar o caudal de dimensionamento para um dado declive existente no terreno.

No dimensionamento das secções transversais tipo das linhas de água, com escoamento em superfície livre, utilizou-se igualmente a fórmula de Manning-Strickler:

$$Q = K_s \times S \times R^{2/3} \times I^{1/2}$$

em que,

Q - caudal (m³/s);

K_s - coeficiente de Manning / Strickler (m^{1/3}/s),

S - secção de escoamento (m²);

R - raio hidráulico (m);

I - inclinação (m/m).

Nos cálculos efectuados considerou-se que o escoamento se faz em regime uniforme (escoamento permanente com velocidade constante ao longo da trajectória). Nestas condições, pode considerar-se que a perda de carga unitária é igual ao declive longitudinal da linha de água. Para todas as soluções apresentadas foram consideradas três inclinações longitudinais típicas de linhas de água (entre a nascente e a foz), nomeadamente 1%, 0,5% e 0,1%.

A folga a considerar acima da superfície da água é variável com o número de Froude, tendo-se adoptado no presente estudo o valor mínimo de 0,30 m.

Em seguida descrevem-se os perfis transversais tipo preconizados para cada um dos casos, apresentados no Desenho nº 16, bem como, as tabelas onde constam as características geométricas das secções transversais.

A. Zonas de densa ocupação urbana

Para esta situação apresentam-se dois perfis transversais tipo. No primeiro perfil, de secção trapezoidal, a protecção das margens é materializada por muros em gabiões, por uma manta de geotêxtil não tecido e por aterros de material granular seleccionado, no tardo dos muros. No segundo perfil tipo, a solução preconizada consiste numa secção transversal em U, de betão armado.

No Desenho 16 (folha 1/3) apresentam-se para ambos os perfis transversais tipo, as características hidráulicas da secção correspondentes a caudais variáveis entre 50 e 300 m³/s e inclinações de 1,0% ; 0,5% e 0,1%. Para a solução com muro em gabião utilizou-se um coeficiente K_s da fórmula de Manning / Strickler de 40 m^{1/3}.s⁻¹. Para a solução em U de betão armado adoptou-se um coeficiente K_s de 60 m^{1/3}.s⁻¹.

A solução com muros de gabião é a mais económica e pode ser aplicada para uma gama muito lata de caudais; a secção em U de betão armado será mais adequada para caudais até 150m³/s e em situações localizadas.

B. Zonas de média ocupação urbana

Para zonas de média ocupação urbana é previsto um perfil transversal tipo trapezoidal. A regularização da secção consiste no revestimento total dos taludes de inclinação 1,5/1 (H/V) e no revestimento parcial do rasto com uma laje de betão armado, prevendo-se sob essa laje uma camada de material drenante e uma manta de geotêxtil não tecido. No rasto da linha de água, as lajes assentam sobre dentes de fixação de betão ciclópico, com uma largura mínima de 1,5 m.

No Desenho 16 (folha 2/3) apresenta-se o perfil transversal tipo e as características hidráulicas da secção para escoar caudais variáveis entre 50 e 300 m³/s e inclinações de 1,0 % ; 0,5 % e 0,1%. Para esta secção com fundo natural e taludes de betão armado admitiu-se um coeficiente Ks da fórmula de Manning / Strickler de 50 m^{1/3}.s⁻¹.

C. Zonas de fraca ocupação urbana

Para esta situação apresentam-se dois perfis transversais tipo com secção composta trapezoidal. Considera-se que a solução em secção composta se deve utilizar nos casos em que os caudais de dimensionamento são elevados, acima de 150 m³/s, escoando-se os caudais pequenos no leito menor, transbordando os caudais para o leito maior quando os caudais de cheia forem mais elevados.

No primeiro perfil, a solução preconizada consiste essencialmente no revestimento do leito menor e de parte do leito maior da linha de água, com colchões tipo Reno. No rasto do leito menor, o colchão Reno tem um dente de fixação realizado por meio de gabião. Os colchões Reno e o muro de gabião encontram-se envolvidos por uma manta de geotêxtil não tecido, colocado entre os mesmos e o terreno natural.

No segundo perfil, a solução de protecção da linha de água consiste na construção de muros de gabião que definem o leito menor, semelhante à solução proposta anteriormente.

No Desenho 16 (folha 3/3) apresentam-se para ambos os perfis transversais tipo, as características hidráulicas da secção composta, correspondentes a caudais variáveis entre 150 e 300 m³/s e inclinações de 1,0 ; 0,5 e 0,1%. Para o leito menor utilizou-se um valor de Ks de 50 m^{1/3}.s⁻¹ e para o leito maior adoptou-se o valor de 20 m^{1/3}.s⁻¹.

7.2.2. SISTEMAS DE SANEAMENTO POR VÁCUO

A consideração de um sistema do tipo vácuo constituiria significativa uma inovação tecnológica significativa para a cidade. Visto a técnica ser pouco conhecida, justificam-se as considerações que se apresentam em seguida, nomeadamente com o intuito de familiarizar os interessados com esta técnica.

7.2.2.1. INTRODUÇÃO

Quando se avaliam as soluções de saneamento a implementar numa determinada área, para além dos sistemas gravíticos tradicionais, há que considerar a hipótese de sistemas com funcionamento por vácuo, que podem proporcionar soluções técnica, económica e ambientalmente muito atractivas. Os sistemas com funcionamento por vácuo são sistemas relativamente modernos, que começam a ser utilizados um pouco em todo o mundo, com um leque de aplicações relativamente amplo, ainda que não sejam a melhor solução para a generalidade das situações.

As desvantagens deste tipo de sistemas são:

- Desadequabilidade técnica para determinadas configurações de terreno (pendentes elevadas);
- Para zonas pouco extensas não são economicamente favoráveis;
- Favoráveis em zonas com baixa densidade habitacional;
- Apesar de não exigir mão de obra mais qualificada do que os sistemas com bombagem, exige que os operadores tenham formação específica.

As vantagens deste tipo de sistemas, com maior ou menor importância, são as seguintes:

- Tempo de execução;
- Maior flexibilidade de traçados, em planta e perfil;
- Diâmetros relativamente menores das tubagens;
- Menor interferência com arruamentos;
- Valas mais reduzidas;
- Profundidades de tubagem mais reduzidas (evita níveis freáticos elevados e reduz a altura média de vala);
- Não necessita das tradicionais caixas de visita;
- Uma estação de vácuo, pode substituir várias estações de bombagem;
- Custo de construção;
- Ausência de odores.

Para além de várias aplicações em todo o mundo, os exemplos de que temos conhecimento, mais próximos de Angola, são das instalações no Dubai (Palm Island), na Namíbia e na África do Sul.

7.2.2.2. FUNCIONAMENTO

A condução do efluente ao longo da rede, tem por base o diferencial de pressão criada entre a central, localizada a jusante, e as válvulas, colocadas em caixas no início da rede (em cada edifício ou grupo de edifícios).

Os principais elementos deste sistema, serão, portanto:

- Central de vácuo:

- onde é criada uma depressão controlada no interior das tubagens da rede;
 - são recolhidos os efluentes;
 - são bombados os efluentes para destino pretendido.
- Rede de colectores, tipicamente uma rede com tubagem de polietileno, com uma configuração do tipo ramificada.
 - Câmaras de recolha, onde é recolhido o efluente de cada edifício, ou parte dele. Nestas câmaras existe uma válvula com funcionamento autónomo, sem requerer ligação à rede de energia eléctrica.

Em termos de circuito, os efluentes começam por ser recolhidos pelas redes prediais que por sua vez têm ligação à câmara de recolha. Nesta câmara existe uma válvula que é comandada hidráulicamente, portanto não necessita de energia. A válvula está normalmente fechada, garantindo assim o diferencial de pressão entre o exterior, com pressão atmosférica, e o interior da conduta, com uma pressão entre 0.5 a 0.6bar inferior à pressão atmosférica. Quando o volume de efluente recolhido atinge um determinado valor, a pressão numa dada cota da câmara de recolha aumenta. Essa pressão é transmitida à válvula, que é regulada para abrir com um determinado valor de pressão.

Com a válvula aberta, a pressão no exterior é maior do que no interior, pelo que o efluente é “empurrado” pelo ar atmosférico, sendo “puxado” até ao local de menor energia (pressão) – a central. Com a entrada de ar na conduta a pressão sobe, localmente, e a pressão na câmara de recolha desce, nestas condições a válvula é novamente fechada.

As águas residuais são encaminhadas pela rede até à central de vácuo, depositadas num tanque “normal”, a partir do qual poderão ser encaminhadas para o seu destino final, quer por bombagem, quer graviticamente, ou mesmo por um sistema de vácuo a jusante.

7.2.2.3. TRAÇADO

Em termos de rede de colectores, em oposição ao colectores com alinhamentos, planimétricos e altimétricos lineares e muito rígidos, esta solução oferece várias vantagens.

Uma vez que se podem considerar, ainda que limitados a valores reduzidos, trechos ascendentes, numa zona plana pode-se implantar um colector com um perfil alternado, descendente, ascendente, fazendo com que as profundidades médias se mantenham pequenas ao longo de toda a rede. Ainda que condicionado a alguns critérios técnicos definidos por cada fabricante, é possível instalar perfis com uma inclinação ascendente ligeira.

Desde logo permite eliminar a rigidez das inclinações mínimas nos colectores, o que em zonas longas e planas permite poupar escavações avultadas, e algumas estações de bombagem de percurso.

Por outro lado as tubagens são mais pequenas, o que permite construir valas com dimensões mais reduzidas, e portanto mais adaptadas às sinuosidade das vias.

Outra possibilidade é a de instalar a tubagem de esgoto paralelamente às condutas de distribuição de água, em termos planimétricos e altimétricos, uma vez que numa situação de fuga o risco de contaminação muito inferior.

7.2.2.4. MANUTENÇÃO

Em termos de manutenção, ressaltando os aspectos de qualificação específica dos operadores, estes sistemas apresentam também algumas vantagens interessantes.

Em primeiro lugar a tubagem a montante da válvula (entre esta e a câmara de recolha) funciona como um crivo, ou seja, a sua dimensão é inferior à da tubagem a jusante, pelo que os detritos que afluem às câmaras que passem pelas válvulas, também passam na rede a jusante. Este aspecto é particularmente importante para o caso de Luanda onde, como é sabido, são lançados para a rede vários tipos de detritos. Contudo as consultas efectuadas apontam no sentido de que este não é um problema efectivo deste tipo de sistemas, e é facilmente ultrapassado com a instalação de válvulas adequadas. Pela importância do assunto, julga-se que qualquer sistema de vácuo que venha a ser considerado, deverá ser precedido de ensaios "in-situ" onde se possa comprovar a robustez das soluções do mercado.

Em termos de manutenção da rede, ela é menor do que a de uma rede gravítica habitual.

Os valores habitualmente citados referem:

- Vida útil expectável das válvulas é de 15 a 20 anos;
- Vida útil das bombas de vácuo (nas centrais), é de 10 a 20 anos;
- Vida útil dos tanques de armazenamento (nas centrais) é de 25 a 40 anos;
- O diafragma das válvulas deve, preventivamente, ser substituído a cada 4 anos;
- Inspeção anual, com limpeza, dos tanques, mudança de óleo e filtros das bombas;
- Inspeção semanal da central de vácuo.

Os pontos de inspeção permitem a introdução de obturadores insufláveis, cuja aplicação em dois consecutivos, associada à injeção de ar comprimido com uma simples bomba de pé, permite detectar eventuais fugas.

7.2.3. DESCARREGADORES DE TEMPESTADES

Para desvio dos caudais de águas pluviais em excesso dos sistemas unitários há necessidade de incluir uns dispositivos especiais, designados por descarregadores de tempestade, nos locais de ligação das redes de saneamento aos interceptores /emissários que conduzem as águas residuais à ETAR ou a montante de estações elevatórias.

Estes descarregadores têm por objectivo impedir, durante a época seca, descargas directas de águas residuais no meio receptor e na ocasião de cheias, encaminhar os caudais de águas pluviais em excesso para o meio

receptor, desviado-os dos interceptores. Duma maneira geral um descarregador de tempestade deve obedecer aos seguintes requisitos:

- Desviar para o interceptor todos os caudais inferiores a um dado valor que depende do grau de diluição pretendido. Em sistema unitários na Europa é usual proceder-se ao desvia até 2 vezes o caudal de ponta de tempo seco ou seis vezes o caudal médio;
- Descarregar os caudais superiores ao valor de caudal fixado para entrada no interceptor;
- Controlar o caudal de forma a manter praticamente constante o caudal desviado para o interceptor.

Tem-se utilizado descarregadores de tempestades de variados tipos, nomeadamente os descarregadores laterais, frontais e os de lâmina ajustável.

Ultimamente a COBA tem proposto a utilização de descarregador frontal para derivar os caudais pluviais em excesso para o meio receptor. O controlo dos caudais que entram no interceptor é efectuado por orifício circular executado em adufa móvel, que se coloca à entrada do colectore de ligação ao interceptor ou à estação elevatória. Esta concepção permite otimizar o caudal que entra no interceptor pela afinação do diâmetro do orifício a construir na adufa.

O caudal descarregado pelo descarregador frontal é dado pela seguinte expressão:

$$Q = C L H^{1,5}$$

em que Q é o caudal descarregado (m³/s), L a largura da soleira (m), H a energia sobre a crista (m) e C o coeficiente de vazão (m^{1/2}/s).

Para a soleira descarregadora o valor de C depende da altura e da largura do escoamento no canal de aproximação, da altura da crista em relação ao fundo do canal e da energia sobre a crista. Os valores de C podem ser obtidos em bibliografia da especialidade¹⁶. Para as situações que ocorrem na prática pode adoptar-se para C um valor entre 1,8 e 2 m^{1/2}/s.

A curva de vazão do orifício circular para desvio do caudal de águas residuais para o interceptor pode ser estimada recorrendo às seguintes expressões:

$$Q = \mu\varphi d^{5/2} \text{ para } h \text{ (altura de água sobre soleira do descarregador)} \leq d$$

em que Q é o caudal descarregado (L/s), μ o coeficiente de vazão, φ é dado pela tabela seguinte e d é o diâmetro do orifício em dm.

h/d	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
φ	0,027	0,107	0,417	0,912	1,571	2,373	3,294	4,305	5,372	6,451	7,471

O coeficiente de vazão obtém-se da seguinte expressão:

¹⁶ French, R. H., Open-channel hydraulics, McGraw-Hill, 1985

$$\mu = d / 110h + 0,041 h/d$$

A curva de vazão do caudal descarregado através do orifício de área S quando se verifica a subida do nível acima do topo do orifício da adufa, submergindo-o, é dada pela seguinte expressão:

$$Q = 2667 S (h - d/2)^{0.5}$$

para h (altura de água sobre soleira do descarregador) > d

A cota de soleira da crista do descarregador deverá ser fixada de forma a desviar e descarregar os caudais superiores a 2 vezes o caudal de ponta de tempo seco ou seis vezes o caudal médio. Como valor indicativo a crista da soleira deverá ficar cerca de 2 x d (diâmetro do orifício) acima da soleira do orifício de controlo dos caudais executado na adufa que se instala a montante do interceptor/emissário.

7.2.4. TÉCNICAS DE REABILITAÇÃO SEM ABERTURA DE VALA

7.2.4.1. DESCRIÇÃO GENÉRICA

Tradicionalmente a reabilitação de colectores de redes de saneamento em mau estado de conservação consistia na substituição de alguns troços de colector ou na realização de intervenções mais profundas em redes mais deterioradas, que poderiam passar pelo abandono da totalidade da rede existente e construção de uma rede de novos colectores.

Actualmente estão disponíveis técnicas de reabilitação de colectores sem abertura de vala ou remoção de pavimentos, cuja aplicação é particularmente interessante em meios urbanos. Os métodos que se consideram mais adequados para utilizar na eventual reabilitação da rede de saneamento de Luanda são os seguintes:

- Método por revestimento da tubagem pelo processo de Cura Local da Tubagem (Processo CIPP – Cured In Place Pipe)
- Método de Rebentamento (Processo PB - Pipe Bursting)

No processo CIPP a tubagem de revestimento do colector é constituída por uma ou mais camadas de um feltro flexível com forma de tubagem pontiaguda, revestida com resina, inserindo-se a tubagem no colector através das caixas de visita existentes. A aplicação da resina sobre a tubagem é efectuada no local, sendo utilizadas habitualmente as do tipo não saturado de poliéster ou epoxi, capazes de cura na presença ou ausência de água.

Para inserir a tubagem impregnada com a resina no troço de colector entre duas caixas de visita, podem ser utilizados vários métodos, sendo o mais corrente o seu enchimento com água em pressão ou com ar comprimido que vai promover o deslizamento da tubagem ao longo do colector existente. Este processo de introdução faz com que a resina da tubagem entre em contacto com a parede interior do colector. Após a colocação da tubagem efectua-se a cura térmica da resina por meio da circulação de água, ar ou vapor quente, ou ainda, pela utilização de ultra-violetas (UV) por forma a obter uma ligação resistente entre o colector e a tubagem que o reveste internamente.

O processo CIPP pode ser aplicado a uma vasta gama de diâmetros de colectores, desde o diâmetro DN150 ao DN2000, e também a colectores com secções transversais de várias formas, oval, em ferradura, etc.

O processo de rebentamento (Pipe Bursting) permite a substituição de troços longos de tubagem sem abertura de vala. Neste método, um tubo de polietileno standard é introduzido no espaço ocupado pela tubagem antiga à medida que esta vai sendo destruída e os terrenos circundantes compactados. As propriedades finais da conduta reabilitada são as que correspondem às características de uma tubagem nova de polietileno.

Este método permite a construção de uma nova rede sem abertura de vala ou remoção de pavimentos, fazendo-se o acesso dos equipamentos pelas caixas de visita existentes. O impacto sobre o público em geral e sobre a circulação pedonal e rodoviária é assim praticamente nulo.

O processo de rebentamento é apenas aplicável a colectores de pequeno diâmetro, desde DN200 a DN400 (inclusive).

7.2.4.2. VANTAGENS COMPARATIVAS DESTAS TÉCNICAS

As técnicas de reabilitação sem vala podem ser aplicadas em todas as situações relacionadas com a reabilitação de colectores, no entanto a sua aplicação é particularmente interessante quando se trata de ambientes urbanos. Em seguida, identificam-se as vantagens mais significativas que as técnicas de reabilitação sem vala permitem obter em ambiente urbano comparativamente à construção tradicional, com abertura de vala:

- Redução significativa da perturbação causada pela obra à superfície, nomeadamente no tráfico rodoviário e de peões, no menor ruído produzido e na menor poluição do ar;
- Redução significativa dos trabalhos de construção civil em movimentos de terra e construção pavimentos, confinando as zonas de trabalho aos locais de acesso ao colector;
- Eliminação das interferências com outras infra-estruturas instaladas no subsolo;
- Redução da duração da execução da obra;
- Menores custos de reabilitação de redes de colectores.

Embora o método CIPP conduza a uma redução no diâmetro interno do colector, e portanto, a uma redução na capacidade de vazão, esta pode ser minimizada pela utilização de uma tubagem de revestimento de material plástico, que apresenta muito menor rugosidade que o colector de betão existente e que vai permitir compensar a diminuição da capacidade de vazão devida ao menor diâmetro.

No método por rebentamento não se verifica a redução do diâmetro, aumentando-se a capacidade de vazão devido à redução da fricção.

7.2.5. ESTIMATIVA DO CUSTO DE INTERVENÇÃO NAS REDES

Para a avaliação preliminar dos custos associados à construção/reconstrução do sistema de drenagem em Luanda, foi utilizado o cadastro das redes existentes para estimar as extensões de condutas envolvidas.

A rede de saneamento da cidade de Luanda tem uma extensão total de cerca 135 km, distribuída da seguinte forma:

- Colectores com diâmetros até DN400 (inclusive) têm uma extensão de 96km e correspondem a 71% da rede;
- Colectores com diâmetros entre DN500 e DN900 têm uma extensão de 26,4 km e correspondem a 20% da rede;
- Colectores com diâmetros superiores a DN1000 têm uma extensão de 12,6 km e corresponde a 9% da rede.

7.2.5.1. REDE DE ÁGUAS PLUVIAIS E RESIDUAIS DOMÉSTICAS OU EQUIVALENTES

As estimativas efectuadas basearam-se na experiência da equipa consultora em obras similares, quer em Angola, quer no resto do mundo. Foram efectuadas várias consultas informais a fornecedores e empreiteiros por forma a calibrar as estimativas apresentadas. Destas resultou um conjunto de preços unitários que serviu de base aos valores utilizados. Para os casos em que não foi possível obter estimativas directamente a partir de fornecedores, consideraram-se custos parcelares, de materiais cujo custo é conhecido, ou, em alternativa, definiu-se um factor que se aplicou ao custo noutros países, onde o material tem um preço é relativamente bem definido. Faz-se no entanto notar que durante o período de execução do presente Plano Director se registaram numerosas e muito significativas, variações de preços em alguns materiais. A título de exemplo, refere-se o custo do cimento Portland (no mercado informal), que apesar de se considerar normal um preço entre 800 e 1 200 Kwanzas, houve períodos onde este custou 600 Kwanzas e outros, de grande escassez, nos quais o preço atingiu valores da ordem dos 3 000 Kwanzas. Para além desta variação, acrescenta-se a volatilidade do dólar americano nos últimos meses, ou mesmo anos, tendo-se vindo a verificar várias alternâncias de cotação no mercado internacional, mas tendo apresentado, de forma geral, uma tendência de depreciação, quer face ao Euro, quer face ao Kwanza. No final de 2006 a taxa de câmbio relativamente ao Euro era de cerca de 1,25 (USD/EURO), estando actualmente próximo de 1,45. Nestas condições ressalva-se que as estimativas devem ser encaradas como bastante vulneráveis a estes factores.

Avaliadas as extensões da rede existente, considerando o aumento de diâmetro necessário e correspondente aos parâmetros de dimensionamento apresentados, estima-se que a construção da rede de águas pluviais tenha custos da ordem dos 65 mil USD por hectare. De igual forma, a rede de águas residuais domésticas rondará os 50 mil USD por hectare. Há ainda que referir o caso particular da drenagem por vácuo, para o qual o valor estimado por hectare é da ordem os 40 mil USD.

Para efectuar a estimativa apresentada nos capítulos 7.3 e 9, houve ainda um conjunto de obras que pela sua dimensão teve de ser alvo de uma avaliação individualizada, por exemplo caso dos interceptores ao longo das linhas de água principais, que conduzirão os efluentes até às ETAR. Refere-se ainda

que foi incluída uma majoração dos custos nos dos interceptores para traduzir os eventuais custos de elevação até às estações de tratamento. Esta majoração tem apenas significado nas zonas de colecta das estações Norte e das Palmeirinhas. Relativamente às intervenções nas linhas de água, os custos referentes às indemnizações por deslocalização de pessoas foi individualizados da forma apresentada no parágrafo seguinte, relativamente ao reperfilamento das secções, dado que a especificidade do problema só permite serem avaliadas numa fase de projecto mais avançada, estimaram-se percentagens de comprimentos a intervir.

Foram individualizados os custos de realojamento de populações, cujas actuais residências se encontram nas margens das linhas de água. Estes custos estimam-se em cerca de 100 dólares por metro quadrado, em áreas densamente ocupadas, e cerca de 40 dólares em áreas de média ocupação urbana. Para as áreas de fraca ocupação este valor tem um significado reduzido, até porque nestas zonas a pressão urbanística não leva a que sejam ocupadas as zonas ribeirinhas. Esta estimativa baseia-se na informação transmitida ao consórcio, referindo que as indemnizações rondam os 30 000 USD por habitação. Ora, considerando o número médio de indivíduos por habitação e as densidades a variarem em função do tipo de ocupação, chega-se aos valores apresentados. Isto equivale a dizer que em zonas densas existem cerca de 30 casas por hectare, o que corresponde, aproximadamente, aos valores obtidos, por contagem do número de casas, em quadrados com um hectare, recorrendo ao Google Earth.

Por último refere-se que da análise de comprimentos e diâmetros efectuada, permite estimar que se poderá atribuir cerca de 40 por cento do investimento associado às redes pluvial e residual, prevê-se que possa ser suportado por privados, uma vez que se admite que os pequenos diâmetros possam associados a obras de reabilitação ou construção imobiliária.

No que concerne aos investimentos nas linhas de água e interceptores, visto tratar-se de uma zona eminentemente pública, e como tal, não se prevê a comparticipação privada. Da mesma forma, as redes abrangidas pelas obras do GRN não foram incluídas nas estimativas, uma vez que se assume que o financiamento destas estará já considerado no seu plano de obras.

7.2.5.2. REABILITAÇÃO DE REDES

A decisão de reabilitação de colectores por meio de técnicas sem abertura de vala ou da construção tradicional, deve ser sempre suportada por estudos técnicos-económicos de soluções alternativas, devendo considerar-se na comparação das soluções, quer os custos de construção, quer os custos sociais envolvidos.

Nestas condições, de acordo com a informação de cadastro disponível, a reabilitação em cerca de 70% da rede de águas residuais poderá realizar-se pelo processo do rebentamento, sendo o resultado final uma rede equivalente em diâmetro à que se obteria pelas técnicas tradicionais com abertura de vala. Para os maiores diâmetros a reabilitação será efectuada pelo processo CIPP.

A comparação dos custos de construção entre a reabilitação tradicional e a reabilitação por meio destas novas técnicas, deve ter em conta o estado de manutenção real dos colectores existentes. Em geral, comparativamente à construção tradicional, quanto menor for a escavação requerida para reabilitar

os colectores menores serão as vantagens económicas que se obtêm com estas novas técnicas. Ou seja, na construção tradicional tem de ser considerado o custo da escavação e da instalação, enquanto na reabilitação sem vala, entram outros custos, como a limpeza e a inspecção dos colectores.

O custo da reabilitação de colectores sem abertura de vala depende de diversos factores, nomeadamente:

- Diâmetro do colector;
- Quantidade de colectores a reabilitar;
- Defeitos específicos dos colectores (deslocação na juntas, roturas);
- A profundidade do colector e mudanças de direcção que apresenta;
- A localização das caixas de visita de acesso;
- A localização de outras infra-estruturas que devem ser evitadas durante a construção;
- O número de ramais que é preciso reinstalar;
- O número de mudanças de direcção nas caixas de visita.

A dimensão das intervenções para reabilitação da rede de saneamento da cidade de Luanda permitem prever economias de escala com alguma relevância, diluindo-se de forma significativa os custos associados à mobilização de meios materiais.

Nesta fase de Plano Director só será possível fornecer valores médios indicativos do custo de reabilitação sem vala, tendo sido consultadas empresas que realizam este tipo de trabalhos e com experiência no mercado africano, podendo indicar-se os seguintes valores:

- Para diâmetros entre 200 e 400mm (inclusive), o custo por metro linear poderá ser determinado pelo produto do diâmetro em 'mm' pelo coeficiente 0,9. Por exemplo, para o diâmetro 250mm, o custo por metro linear de reabilitação será de $250 \times 0,9 = 225$ USD;
- Para diâmetros entre os 400 e os 900mm (inclusive), o coeficiente poderá baixar para 0,7. Por exemplo, para o diâmetro 800, o custo por metro linear de reabilitação será de $800 \times 0,7 = 560$ USD;
- Para diâmetros maiores ou iguais a 1000 o coeficiente a utilizar é ligeiramente inferior, sendo de 0,65. Por exemplo, para o diâmetro 1000, o custo por metro linear de reabilitação será de $1000 \times 0,65 = 650$ USD.

Os valores indicados incluem todos os trabalhos necessários à completa realização da reabilitação dos colectores, nomeadamente limpeza, inspecção CCTV, reabilitação e abertura de ramais.

7.3. INTERVENÇÕES PREVISTAS NAS REDES DE ÁGUAS RESIDUAIS E PLUVIAIS

As intervenções previstas baseiam-se nas seguintes considerações principais, a saber, e por ordem de prioridades:

- É necessário recuperar e manter a qualidade ambiental da baía de Luanda;

- É necessário modernizar rapidamente a cidade, dotando-a de sistemas separativos, ambientalmente adequados, fiáveis, fáceis de gerir e manter;
- É necessário dar resposta, recolhendo e tratando os efluentes das zonas já urbanizadas e das que estão actualmente a ser urbanizadas;
- É necessário reordenar as zonas não organizadas, infra-estruturando-as e, ao abrigo dos projectos de reconversão, prever a sua total inclusão nos sistemas de drenagem previstos;
- É necessário que as zonas da evolução futuras, tenham as suas soluções de drenagem totalmente previstas e, enquadradas no esquema previsto para a colecta, transporte, tratamento e descarga.

Por outro lado, salientam-se também outras duas três orientadoras: em primeiro, todas as águas residuais domésticas ou equivalentes deverão ser tratadas em ETAR; segundo, a recolha das águas residuais para além de importante, deverá ser implementada com um ritmo compatível com a construção das ETAR; terceiro, o encaminhamento das águas residuais deverá ser conseguido através de interceptores que se devem desenvolver ao longo das linhas de água, garantindo assim, sempre que possível o seu encaminhamento de forma gravítica.

No seguimento destas linhas orientadoras foram definidas 3 fases de intervenção, cuja orientação geral se passa a descrever:

- Fase 1
 - Construir redes separativas na área da bacia da baía de Luanda, que corresponde aproximadamente à área de recolha do actual emissário;
 - Construir redes separativas em todas as áreas já estruturadas, ou em vias de o ser, (essencialmente com redes de abastecimento de água e redes viárias adequadas);
 - Construir interceptores de águas residuais ao longo das linhas de água mais relevantes, na área de colecta da ETAR Sul (Luanda Sul / Benfica) e ETAR Norte (Cacuaco);
 - Intervir nas linhas de água da zona de colecta Sul e Norte por forma a desobstruir as mesmas de quaisquer edificações que prejudiquem o escoamento das águas pluviais, bem como intervir, pontualmente no redimensionamento de secções apenas onde e quando absolutamente necessário.
 - Definir um quadro legislativo que impeça a ocupação ou reocupação das margens das linhas de água.
- Fase 2
 - Construir redes separativas nas áreas entretanto restruturadas;
 - Concluir a construção de interceptores de águas residuais ao longo das linhas de água mais relevantes, na área de colecta da ETAR Norte (Cacuaco);
- Fase 3
 - Construir redes separativas nas áreas entretanto;

- Construir interceptores de águas residuais ao longo das linhas de água mais relevantes, na área de colecta da ETAR da “Nova Cidade” (das Palmeirinhas);

As fases 2 e 3 poderão, naturalmente, ter de ser reequacionadas em termos de calendário de execução, não só em função da rapidez com que forem sendo executadas as obras previstas pelo GRN, mas também em função da rapidez com que as reestruturações dos bairros se forem tornando uma realidade.

A fase 1 prevê apenas a construção da ETAR Sul, desta foram, nas zonas já estruturadas de outras áreas de colecta poderão ser construídas redes separativas, e deverão ser mantidas as soluções habituais de tratamento até existir um sistema global de transporte e tratamento. Ou seja, por exemplo, as habitações deverão manter sistemas do tipo fossa com infiltração, ETAR compactas, mesmo com a rede separativa ligada. Convém no entanto referir a importância de cadastrar no momento de construção das redes separativas esses dispositivos, uma vez que é crucial, para o bom funcionamento da ETAR (a construir posteriormente) que os efluentes domésticos ou equivalentes estejam no estado “bruto”.

Esta circunstância torna pertinente alertar para o facto de as fases não deverem ser encaradas como um conjunto de obras sem sobreposição no tempo. É possível, e até desejável que algumas das obras da Fase 2 se iniciem antes de terminadas todas as obras previstas para a Fase 1. O mesmo sucede com a Fase 3, que corresponde a uma área em que se admite ser urbanizada apenas a muito longo prazo, devido à extensão dos trabalhos envolvidos, mas que, eventualmente, poderá ser concretizado mais rapidamente. A este respeito salienta-se que a ETAR Sul apresenta uma localização que permite facilmente tratar os efluente de parte da área incluída na área da “nova cidade”, que no futuro se preconiza ser incorporada na ETAR das Palmeirinhas. Ou seja, do ponto de vista do saneamento, a área da “nova cidade” que pode ser drenada e tratada na ETAR Sul, deverá constituir a área prioritária de intervenção, em detrimento de outras zonas da “nova cidade” mais difíceis de drenar e tratar. Estas áreas correspondem às bacias hidrográficas das linhas de água identificadas no Desenho N°20 com os pontos denominados por “Petrangol” e “Matanga”. Do mesmo modo, a extremidade Nordeste da península do Mussulo poderia ser incorporada no tratamento desta ETAR, embora não se julgue que tal constitua uma prioridade, face à muito baixa densidade que aí se verifica. Os limites das bacias hidrográficas são apresentados no Desenho N°1.

O faseamento é apresentado dos sub-capítulos seguintes. Salienta-se que em determinadas fases é apresentada uma percentagem de uma determinada intervenção. Este procedimento pretende traduzir a extrema dificuldade de executar esta tarefa para toda a zona, e não pretende referir-se a obras em concreto, uma vez que a sua execução deverá ser adaptada ao desenvolvimento urbano que se vier a verificar.

7.3.1. INTERVENÇÕES PREVISTAS PARA A FASE 1

Intervenção	Obs.	Custo (USD10 ⁶)
A) Área de colecta do actual emissário da Chicala		
Redes de drenagem separativa, de água residual e pluvial.	7 km ²	80
B) Área de colecta da ETAR Norte (Cacuaco)		
Redes de drenagem separativa, de água residual e pluvial, em cerca de 75% da área actualmente estruturada, ou em vias de o ser.	80 km ²	420
Linhas de água: Intervenção para desobstrução de margens, reperfilamentos e construção de 75% das redes de interceptores.	70 km	335
C) Área de colecta da ETAR Luanda Sul		
Redes de drenagem separativa, de água residual e pluvial, em cerca de 75% da área actualmente estruturada, ou em vias de o ser.	160 km ²	800
Linhas de água: Intervenção de desobstrução de margens, reperfilamento e construção de interceptores.	85 km	900
D) Área de colecta da ETAR das Palmeirinhas		
Redes de drenagem separativa, de água residual e pluvial, em cerca de 50% da área actualmente estruturada, ou em vias de o ser.	45 km ²	110
TOTAL da Fase 1		2 645

7.3.2. INTERVENÇÕES PREVISTAS PARA A FASE 2

Intervenção	Obs.	Custo (USD10 ⁶)
B) Área de colecta da ETAR Norte (Cacuaco)		
Redes de drenagem separativa, de água residual e pluvial, em cerca de 25% da área actualmente estruturada, ou em vias de o ser.	80 km ²	135
Rede de drenagem separativa em 50% das áreas actualmente não estruturadas.	200 km ²	700
Linhas de água: interceptores (25% restantes).	70 km	90
C) Área de colecta da ETAR Luanda Sul		
Redes de drenagem separativa, de água residual e pluvial, em cerca de 25% da área actualmente estruturada, ou em vias de o ser.	160 km ²	270
Rede de drenagem separativa em 75% das áreas actualmente não estruturadas.	55 km ²	275
D) Área de colecta da ETAR das Palmeirinhas		
Redes de drenagem separativa, de água residual e pluvial, em cerca de 25% da área actualmente estruturada, ou vias de o ser.	45 km ²	55
TOTAL da Fase 2		1 525

7.3.3. INTERVENÇÕES PREVISTAS PARA A FASE 3

Intervenção	Obs.	Custo (USD10 ⁶)
B) Área de colecta da ETAR Norte (Cacuaco)		
Rede de drenagem separativa em 50% das áreas actualmente não estruturadas.	200 km ²	700
C) Área de colecta da ETAR Luanda Sul		

Intervenção	Obs.	Custo (USD10⁶)
Rede de drenagem separativa em 25% das áreas actualmente não estruturadas.	55 km ²	90
D) Área de colecta da ETAR das Palmeirinhas		
Redes de drenagem separativa, de água residual e pluvial, em 25% da área actualmente estruturada, ou em vias de o ser, e no Mussulo	55 km ²	110
Linhas de água: Intervenção de desobstrução de margens, reperfilamento e construção de interceptores.	70 km	310
TOTAL da Fase 3		1 210

oOo

8.

REORDENAMENTO SEDIMENTOLÓGICO DA BAÍA DE LUANDA

8.1. A NECESSIDADE DE UM REORDENAMENTO

O estado actual da qualidade das águas na baía de Luanda é extremamente degradado não respeitando as normas de qualidade de água balnear. Este estado tem como causas principais as descargas de esgotos urbanos e a fraca, ou inexistente, renovação das águas na parte sul da baía.

A aplicação do presente plano director de saneamento permitirá reduzir/eliminar as descargas de esgoto na baía, evitando, desse modo, a continuação da degradação da qualidade das águas. Contudo, sem um reordenamento sedimentológico simultâneo, que permita uma renovação das águas da baía, a qualidade da água não poderá ser melhorada e, portanto, não será possível respeitar as normas em vigor.

É por isso indispensável encontrar soluções que permitam a renovação das águas na parte Sul da baía de Luanda. Este ponto é uma das premissas essenciais do projecto de reordenamento da frente de mar “Baía de Luanda”, que permitirá melhorar consideravelmente a qualidade de vida na cidade.

8.2. EVOLUÇÕES CONSTANTES

A comparação do mapa batimétrico que data de 1962 (Desenho n° 7) e de uma foto satélite recente (Desenho n° 8) permite apreciar a evolução sedimentológica da baía do Mussulo, da baía da Samba Pequena, assim como da Ilha de Luanda:

- A nível de Corimba, a baía do Mussulo progrediu alongando-se para o Norte, com uma tendência a fechar-se estirando-se para o Leste;
- A baía da Samba Pequena sofreu fortes modificações :
 - um assoreamento a sul e uma tendência para o encerramento,
 - um corte na sua parte central que permitiu a criação da baía da Chicala,
 - uma oscilação da língua de areia da Chicala alinhando-se segundo o eixo da Ilha de Luanda.
- O alongamento para norte da Ilha de Luanda de cerca de 300 m em cerca de 40 anos.

8.3. ORIGEM DOS MOVIMENTOS

A deriva sedimentar do litoral mantida pela persistência da ondulação dominante de Sul a Sudoeste é dirigida claramente do Sul para o Norte, em todos os pontos da costa. Esta deriva é bem alimentada a sul da Ponta das Palmeirinhas por um caudal sólido de cerca de 150 a 200.000 m³/ano ^[17].

As pequenas ilhas do Mussulo e da Samba Pequena, reunidas pela barra da Corimba, bem como a península da Chicala por conseguinte configuram um cordão litoral destacado da margem primitiva que confina uma zona lagunar ampla. O encerramento, em 1925, por meio de um aterro que uniu a ilha de Luanda ao cabo da fortaleza, isolou a baía de Luanda do conjunto lagunar do Mussulo e impediu o trânsito litoral. A restinga sedimentar terminal, a Ilha de Luanda, que atinge grandes profundidades, tem a sua progressão condicionada, devido às alterações de alimentação resultantes dessa intervenção.

8.4. CORRENTES E SEDIMENTOS

As baías da Samba Pequena e da Chicala formam bolsas de profundidades reduzidas, quase fechadas com aportes de areia actualmente pequenos, ou quase nulos. Além disso, é necessário salientar os aportes de sedimentos por via terrestre que se destinam à constituição de novas zonas urbanizadas na baía da Chicala.

A parte do sul da baía de Luanda é muito pouco profunda (de 0 a -5 m) comparativamente à sua parte do norte (cerca de - 30 m). Este enchimento deve-se aos contributos de areia provenientes do Mussulo antes do encerramento pela terraplanagem de ligação.

Devido à sua direcção preponderante, os ventos agitam apenas moderadamente o plano de água e raramente de maneira significativa. Devido ao efeito de quebravento do morro da fortaleza, os ventos de Sudoeste não são capazes de movimentar o plano de água na extremidade meridional da baía. Em contrapartida, como a parte Noroeste da baía permanece exposta a estes ventos, é possível que uma acção de arrastamento por deriva circular das águas de superfície ponha em movimento as águas no fundo da baía.

A maré tem uma acção mais marcada sobre as circulações da água de superfície. Sendo o conjunto da baía relativamente abrigado e calmo, há pouca troca entre a camada superficial e móvel que transita para o Norte, por efeito da maré, e as camadas mais profundas e mais estáticas da parte no norte da baía. Não é, portanto, possível contar com a circulação natural das águas para a limpeza dos fundos, nem para assegurar a renovação adequada das águas.

[¹⁷]: SOGREAH, "Projet d'hôtel à Luanda – Etude de faisabilité", n° 55 7053, novembre 1998

8.5. SOLUÇÕES POSSÍVEIS PARA O REORDENAMENTO DA BAÍA DE LUANDA

Não se podendo contar com a circulação natural das águas para a limpeza dos fundos ou para assegurar uma renovação adequada das águas, ter-se-á que considerar soluções artificiais (ver desenho n° 17):

- Quer seja por abertura de um canal através da Ilha de Luanda, de forma a aproveitar as diferenças da altura de águas geradas pelo desfasamento provável das marés entre o mar alto e o fundo da baía;
- Quer seja pela reabertura do aterro de ligação entre a Ilha de Luanda e a fortaleza;
- Quer seja por bombagem de água do mar, do lado do Atlântico, injectando-a na baía;

O volume das águas na parte sul da baía é cerca de 16 Mm³, considerando as seguintes dimensões: 2,0 Km de comprimento por 2,0 Km de largura, por 4 m de altura média de água. Para enquadramento, apresentam-se algumas ordens de grandeza, que permitem ter estabelecido uma noção sobre o par de valores caudal/tempo, relativos à renovação da água da baía de Luanda:

- uma renovação em 7 dias necessita de um débito de 26,5 m³/s,
- uma renovação em 1 mês necessita de um débito de 6,2 m³/s,
- três à quatro renovações por ano necessitam de um débito de 2 m³/s.

1) Solução 1 - Canal

Para pôr em movimento o conjunto das águas do fundo da baía, é possível encarar a abertura de um canal de uma dezena de metros de largura (Solução 1 - Desenho n° 17). Um canal deste tipo deverá permitir ter dezenas de renovações das águas da baía por ano. Contudo, é possível que as melhorias introduzidas continuem a ser reduzidas e insuficientes para melhorar significativamente a qualidade das águas. Além disso, seria necessário estudar com pormenor o impacto a longo prazo de tal obra na morfologia da baía.

2) Solução 2 - Reabertura da ligação à Ilha

A reabertura do aterro de ligação entre a Ilha de Luanda e a cidade não permitiria, no estado actual das baías da Samba Pequena e da Chicala, a renovação das águas na baía de Luanda. Seria necessário associar-lhe um sistema que permite uma circulação importante das águas nestas baías por um canal (canal Corimba-Samba Pequena-Chicala-Baía de Luanda. Solução 2 - Desenho n° 17).

3) Solução 3 - Bombagem

Uma outra alternativa, mais dispendiosa mas mais eficaz, seria introduzir por bombagem água limpa no fundo da baía, com o objectivo de criar várias “bolhas limpas”. O caudal deveria ser suficiente para assegurar uma renovação dessas bolhas em seis horas, o tempo da subida da maré. Será além disso necessário estudar em modelo numérico, a difusão das bolhas em função das correntes na baía. À partida, se considerarmos 6 pontos de injeção, espaçados de 500 metros ao longo da baía, seria necessário injectar em cada ponto um caudal de cerca de 4,5 m³/s para renovar o volume total de água da baía, com uma frequência semanal.

Seja qual for a solução adoptada, seria necessário estudar as evoluções sedimentológicas a longo prazo do conjunto da baía e o seu impacto real na renovação das águas.

Além disso, cada uma destas soluções necessitam de um investimento importante e uma manutenção regular para manter os seus efeitos no tempo.

8.6. ESTIMATIVA DE CUSTOS PARA O REORDENAMENTO SEDIMENTOLOGICO DA BAÍA

De acordo com as alternativas avaliadas, no sentido de melhorar a qualidade das águas da baía de Luanda, os custos de investimento diferem significativamente entre as soluções:

1) Solução 1 - Canal

Dragagem de uma parte da Ilha de Luanda com vista a criação de um canal que permite conduzir as águas oceânicas para a baía, esse canal seria em betão, o que facilita a sua manutenção. A estimativa de custos para esta obra aponta para valores da ordem dos 5 M€.

Este preço não tem em conta a construção de uma obra que permite continuar a assegurar a passagem dos veículos (pequena ponte) ao longo da Ilha de Luanda, nem a manutenção regular do canal.

2) Solução 2 - Reabertura do aterro (« ponte ») entre a ilha e a cidade

O custo para a reabertura do aterro de ligação entre a Ilha de Luanda e a fortaleza, bem como a criação de um canal desde a extremidade Sul da Samba Pequena (Corimba) até à fortaleza através das baías da Samba Pequena e da Chicala, estima-se que tenha um custo aproximado de 2 M€.

Este montante não inclui a construção de uma ponte entre o lado da ilha e o lado da fortaleza, para não interromper a passagem dos veículos para a Ilha de Luanda, nem a manutenção, que exige dragagens frequentes, do canal que permite a chegada das águas à baía.

3) Solução 3 - Bombagem

A última alternativa assegura a renovação das águas da baía de Luanda com recurso a um sistema que consiste em bombear directamente as águas no oceano e conduzi-las, através de tubagens, directamente na baía. O custo de investimento desta solução é de aproximadamente 35 M€.

Este custo inclui a instalação de um emissário no mar, a criação de uma estação de bombagem e as tubagens necessárias para transportar e injectar a água do lado oceânico na a baía.

Como anteriormente referido, este preço não tem em conta a manutenção da estação de bombagem , das condutas colocadas no mar ou em terra.

oOo

9. FASEAMENTO E DEFINIÇÃO DE UMA PRIMEIRA FASE DE TRABALHOS

9.1. FASEAMENTO

9.1.1. DEFINIÇÃO DAS FASES

O faseamento definido tem em consideração vários aspectos, nomeadamente: a rede existente e a possibilidade de implementar rapidamente melhorias; as exigências ambientais e sociais pretendidas; os custos e o tempo de execução de cada conjunto de obras. Outro aspecto muito importante, também tido em consideração é a flexibilidade do esquema definido, uma vez que permite que as obras sejam adaptáveis ao ritmo de crescimento da cidade. Refere-se ainda que o limite exacto das obras só pode ser definido numa fase de projecto de execução, onde se trabalha com nível de informação de pormenor muito superior, por exemplo ao nível de topografia, em especial nas zonas mais planas das cabeceiras, este factor condiciona fortemente as melhores opções técnico-económicas.

A definição dos princípios orientadores do faseamento, bem como a descrição das obras consideradas, encontram-se descritas nos capítulos 6 e 7.

A definição de fases permite tornar o presente Esquema Director mais flexível. As preconizações feitas poderão assim adaptar-se à rapidez de evolução da cidade.

O faseamento proposto para a realização dos trabalhos é, resumidamente, apresentado abaixo, e ilustrado no desenho N°18.

1) Fase 1 :

- Zona de colecta do Centro da cidade:
- Separação das redes de colecta (passagem do unitário ao separado)
- Reordenamento sedimentológico da baía de Luanda
- Zona de colecta Sul :
- Redes de colecta dos bairros equipados a curto prazo (dos quais as novas urbanizações previstas pela GRN)
- Primeira fase de ETAR Luanda Sul (depuração das águas dos bairros equipados de redes a curto prazo)
- Sistema de transferência – rejeição em mar
- Zona de colecta Norte :

- Redes de colecta dos bairros equipados a curto prazo (dos quais as novas urbanizações previstas pela GRN)
- Primeira fase de ETAR Luanda Norte (depuração das águas dos bairros equipados de redes a curto prazo)
- Emissário marinho

2) Fase 2 :

- Zona de colecta Sul :
- Redes de colecta dos bairros equipados a médio prazo
- Segunda fase de ETAR Luanda Sul (depuração das águas dos bairros equipados de redes a médio prazo)
- Zona de colecta Norte :
- Redes de colecta dos bairros equipados a médio prazo
- Segunda fase da ETAR Luanda Norte (depuração das águas dos bairros equipados de redes a médio prazo)

3) Fase 3 :

- Zona de colecta da Nova Cidade :
- Redes de colecta
- ETAR Palmeirinhas
- Sistema de transferência – rejeição em mar

9.1.2. COMENTÁRIOS PARTICULARES

A. Nova Cidade

Admite-se que apenas algumas zonas da “Nova Cidade” poderão ser construídas no curto prazo, pelo que o esquema adoptado permite recolher as afluências dessas zonas, sendo estas encaminhadas pela rede de drenagem considerada até à ETAR de Luanda Sul. Isto será naturalmente válido enquanto este ETAR Luanda Sul não atingir a sua capacidade máxima, o que se pode admitir visto que os bairros da Zona de Recolha Sul irão demorar alguns anos a ficarem totalmente urbanizados. A partir do momento em que a ETAR de Luanda Sul esgotar a sua capacidade terá de ser prevista a construção da ETAR das Palmeirinhas. Esta possibilidade permite aumentar ainda mais a flexibilidade do Plano Director proposto, e rentabilizar mais rapidamente o investimento na ETAR de Luanda Sul.

B. Urbanizações novas

Do mesmo modo, para a zona de urbanização situada nas margens do Rio Bengo e não incluída na zona de estudo do presente Plano Director (porque não foi prevista pelo GRN), se esta zona se urbanizar mais rapidamente que o previsto, poderá, sem nenhum problema ser equipada com redes e ser conectada desde a primeira fase à ETAR de Luanda Norte situada no Cacucaco. Esta observação pode ser aplicável se necessário a outras urbanizações eventualmente não previstas pelo GRN.

9.1.3. CUSTOS DAS FASES

Os custos de investimentos das 3 fases propostas estão sintetizadas no quadro em baixo.

Quadro 52 - Custos de investimentos de cada fase de trabalhos

	ETAR	Transferência	Emissários*	Redes	Total
Fase 1 (M\$)	350	45	218	2 645	3 258
Fase 2 (M\$)	225	-	-	1 525	1 750
Fase 3 (M\$)	235	30	113	1 210	1 588
Custos de investimentos totais (M\$)	810	75	331	5 380	6 596

* emissário de água tratada a jusante das ETAR

Faz-se notar que o custo de reordenamento sedimentológico da baía de Luanda não está incluindo neste quadro.

9.2. PRIMEIRO GRUPO DE OBRAS

Foi decidido definir, uma primeira fase de trabalhos que correspondessem aos investimentos prioritários a realizar.

9.2.1. DEPURAÇÃO – TRANSFERÊNCIA – DESCARGA

Num primeiro de trabalhos proposta para os sistemas depuração - transferência - rejeição é apresentada no Desenho N°19.

Esta fracção é constituída do sistema depuração (primeira fase, unicamente) - transferência – descarga, para a Zona de recolha Sul.

O custo de investimento imediato desta primeira fase de trabalhos é avaliado em 341 milhões Dólares Americanos, repartidos da seguinte forma:

- ETAR Luanda Sul (1ª fase) : 204 milhões dólares Americanos.
- Transferência das efluências ordenadas até à Samba Pequena: 45 milhões dólares Americanos.
- Emissário submarino de rejeição: 92 milhões de dólares Americanos.

9.2.2. REDES DE COLECTA

Tal como apresentado com maior detalhe no capítulo 7, apresenta-se um resumo das obras consideradas nesta primeira fase de obras:

- Construir redes separativas na área da bacia da baía de Luanda, que corresponde aproximadamente à área de recolha do actual emissário;

- Construir redes separativas em todas as áreas já estruturadas (com redes de abastecimento de água e redes viárias adequadas), ou em vias de o ser;
- Construir interceptores de águas residuais ao longo das linhas de água mais relevantes, na área de colecta da ETAR Sul (Luanda Sul / Benfica) e da ETAR Norte;
- Intervir nas linhas de água da zona de colecta Sul e Norte por forma a desobstruir as mesmas de quaisquer edificações que prejudiquem o escoamento das águas pluviais, bem como intervir, pontualmente, no redimensionamento de secções apenas onde e quando absolutamente necessário;
- Definir um quadro legislativo que impeça a ocupação ou reocupação das margens das linhas de água.

O custo estimado destas intervenções é de 2 645 milhões de dólares Americanos.

As obras da primeira fase, são ainda um conjunto extenso de intervenções pelo que, dentro destes se faz realçar um conjunto de obras muito importantes cuja realização tem impactos positivos muitos fortes e imediatos. Este primeiro grupo de obras engloba:

Construção de redes separativas na zona de colecta do actual emissário submarino, com um custo estimado em cerca de 80 milhões de dólares Americanos ;

Construção de interceptores ao longo das linhas de água e intervenção nestas no sentido de as desobstruir e reperfilar, quando necessário. Neste primeiro conjunto de obras prioritárias incluem-se as obras apresentadas em baixo, com um custo estimado em 900 milhões de dólares Americanos:

Linha de água entre confluência da vala do Senado da Câmara com a vala do Cazenga, até ao rio Cambamba (identificada no Desenho N°20 com os pontos CSC.P1-C1.P4);

Rio Cambamba, incluindo linha de água a montante, entre a foz e Viana (identificada no Desenho N°20 com os pontos CV.P1-C1.P1);

Linha de água entre a zona “G” do GRN e o rio Cambamba (leito Mucongono, identificado no Desenho N°20 com os pontos C2C.P1-C1.P2).

Faz-se ainda notar que este conjunto de obras prioritário pretende colectar as zonas que no imediato ou a muito curto prazo terão redes separativas, como é o caso das áreas de intervenção do GRN, do pólo universitário, de alguns bairros da cidade (cuja reconversão já está prevista) assim como vários condomínios ao longo das linhas referidas. Naturalmente, será desejável que sejam também implementadas redes separativas em todas as zonas habitacionais, para além da bacia do actual emissário, nomeadamente nas restantes áreas incluídas na primeira fase, e que já têm, ou estão em vias de ter estrutura para tal. Estas não estão incluídas neste primeiro conjunto de obras, porque a sua implementação é mais morosa e complexa, podendo ser, eventualmente, incluídas noutro tipo de programas. É no entanto muito importante referir que, uma vez que a primeira bacia hidrográfica a ser dotada

com tratamento de águas residuais é a do rio Cambamba, pelo que, do ponto de vista de saneamento, os investimentos em redes separativas realizadas nesta bacia terão repercussões positivas de imediato.

9.2.3. CUSTOS DA PRIMEIRA FASE DE TRABALHOS

Os custos de investimentos da primeira fase de trabalhos proposta estão sintetizadas no quadro abaixo.

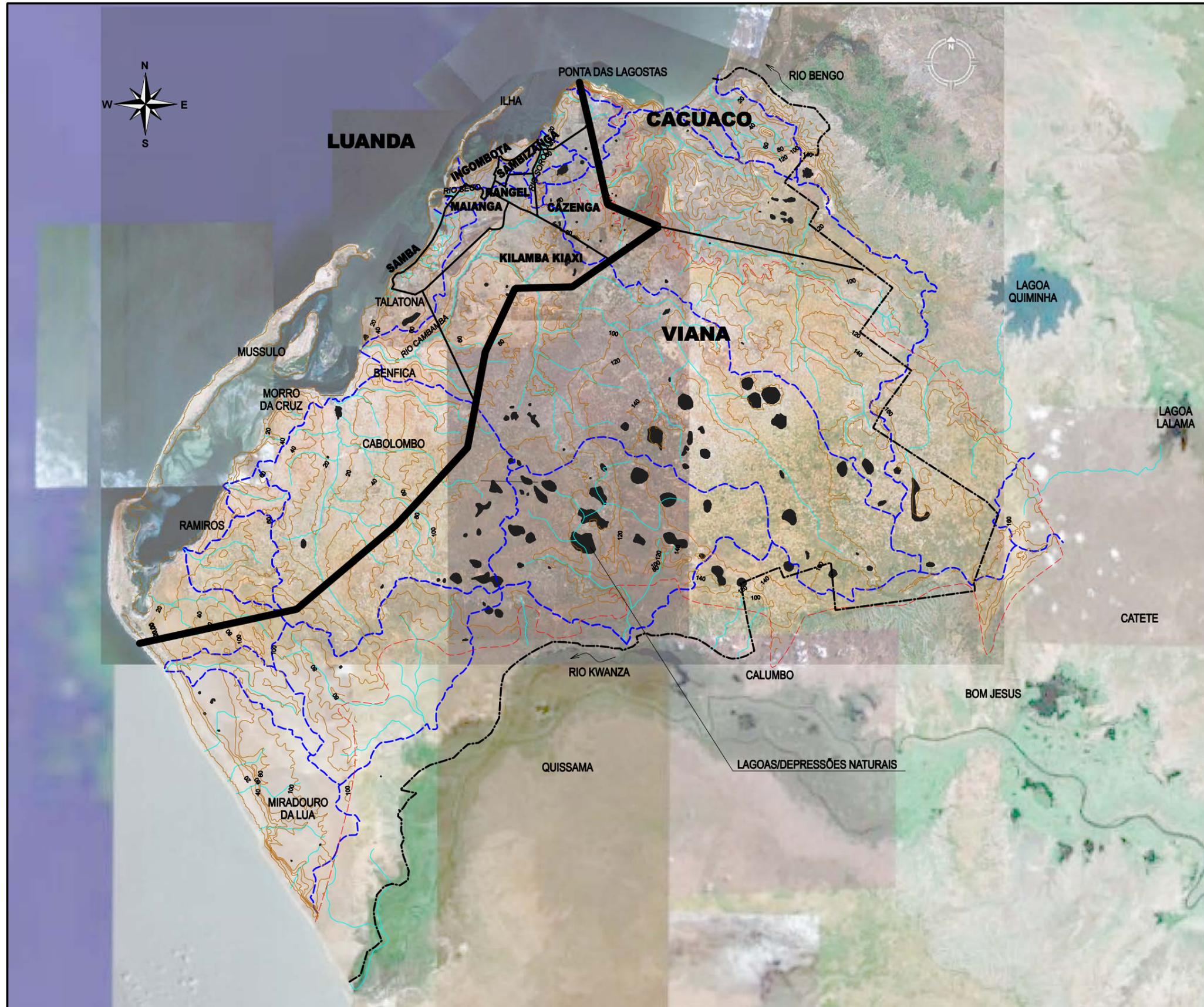
Quadro 53 - Custos de investimentos da primeira fase de trabalhos

	ETAR	Transferência	Emissário*	Redes	Total
Custos de investimentos (M\$)	204	45	92	980	1 321

* emissário de água residual tratada, a jusante da ETAR

oOo

DESENHOS

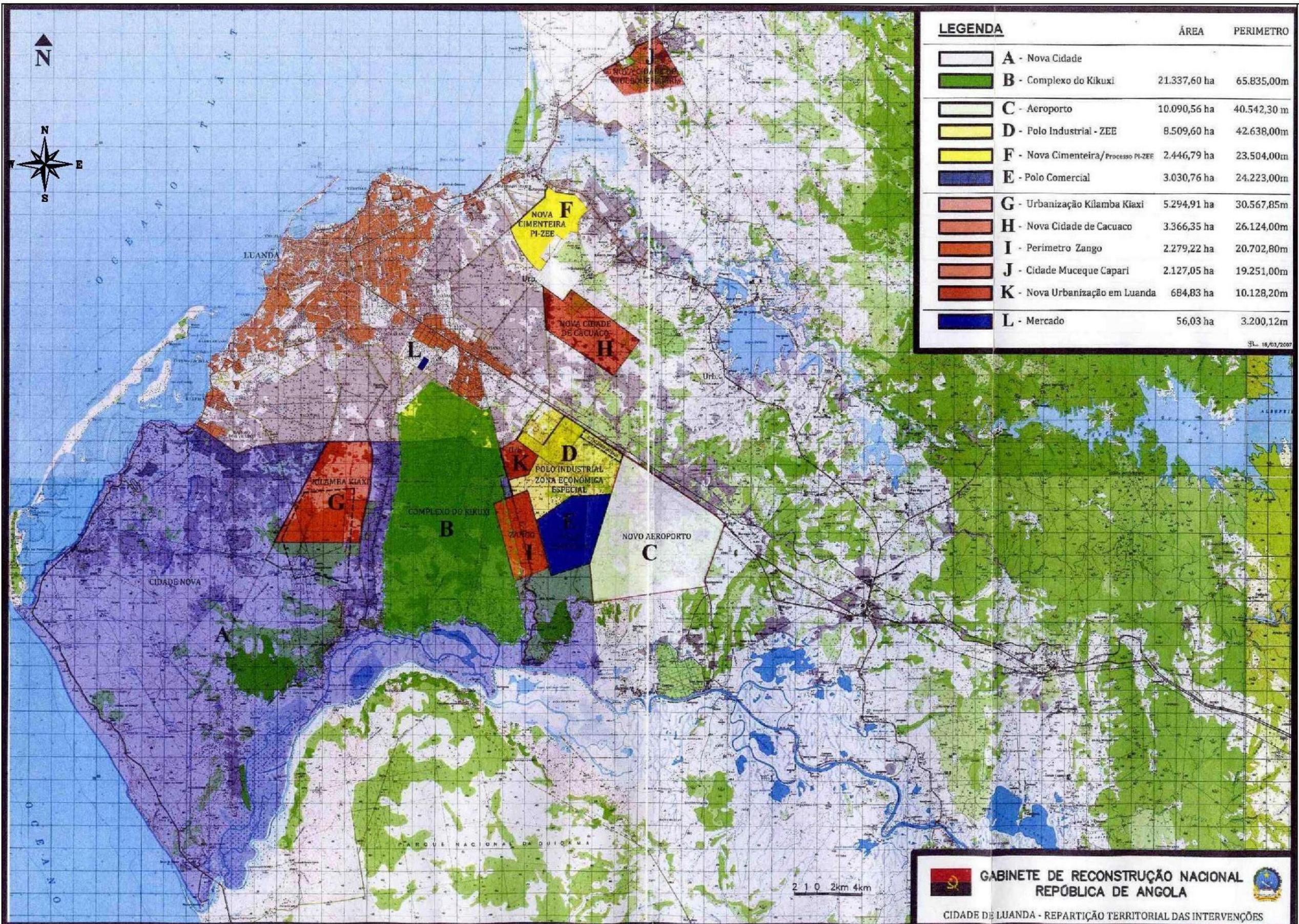


LEGENDA:

- Limite de município
- - - Limite da área de estudo
- Curvas de nível
- Linhas de água
- - - Limite da bacia hidrográfica
- - - Limite aprox. do "Plateau" de Luanda

ESCALA GRÁFICA



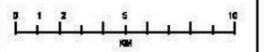


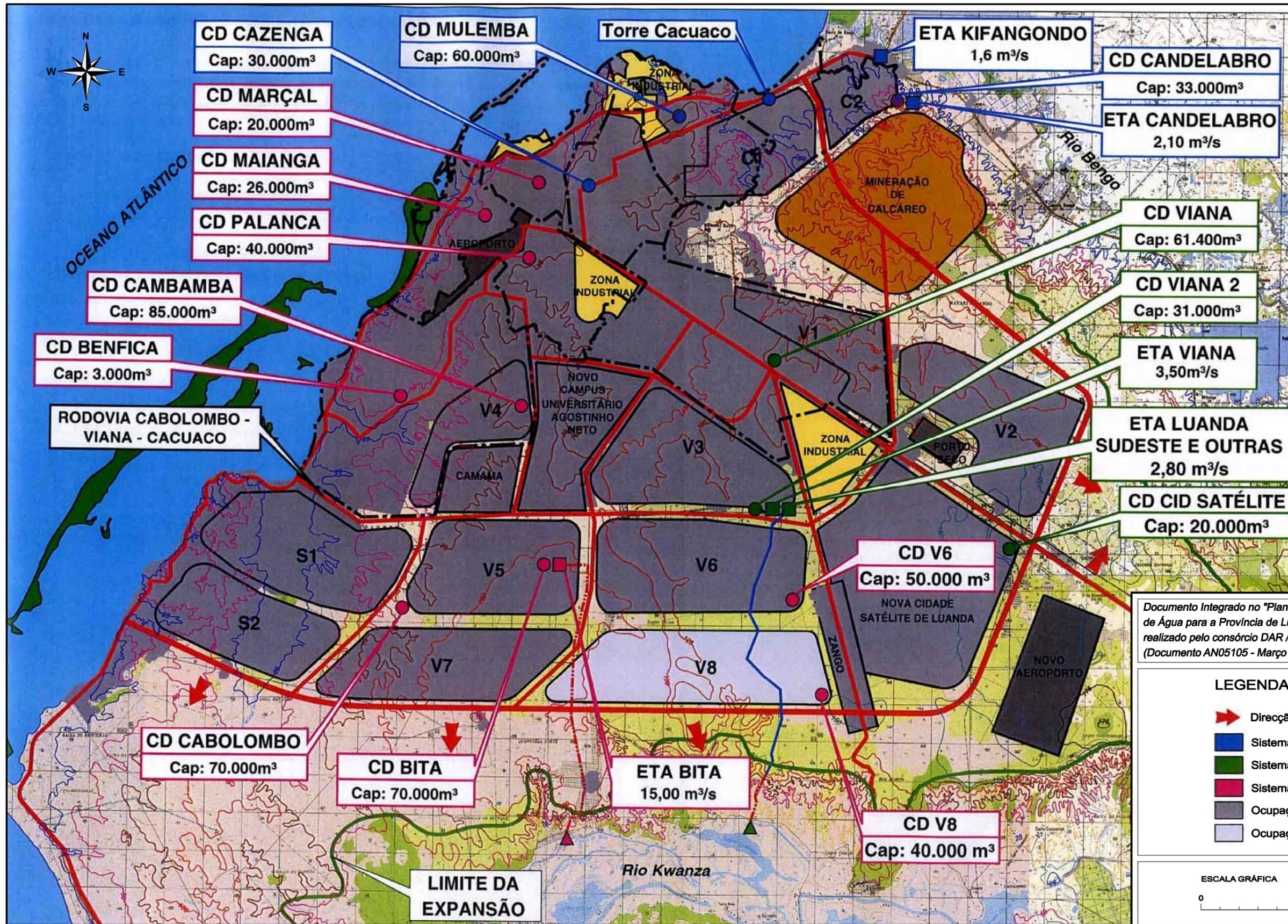
LEGENDA		ÁREA	PERIMETRO
	A - Nova Cidade		
	B - Complexo do Kikuxi	21.337,60 ha	65.835,00m
	C - Aeroporto	10.090,56 ha	40.542,30 m
	D - Polo Industrial - ZEE	8.509,60 ha	42.638,00m
	F - Nova Cimenteira/Processo PI-ZEE	2.446,79 ha	23.504,00m
	E - Polo Comercial	3.030,76 ha	24.223,00m
	G - Urbanização Kilamba Kiaxi	5.294,91 ha	30.567,85m
	H - Nova Cidade de Cacucaco	3.366,35 ha	26.124,00m
	I - Perimetro Zango	2.279,22 ha	20.702,80m
	J - Cidade Muceque Capari	2.127,05 ha	19.251,00m
	K - Nova Urbanização em Luanda	684,83 ha	10.128,20m
	L - Mercado	56,03 ha	3.200,12m

Sl. 18/03/2007

GABINETE DE RECONSTRUÇÃO NACIONAL
REPÚBLICA DE ANGOLA

CIDADE DE LUANDA - REPARTIÇÃO TERRITORIAL DAS INTERVENÇÕES

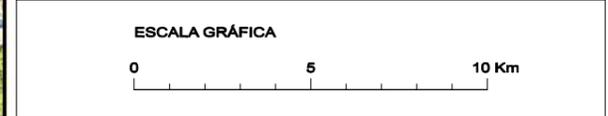


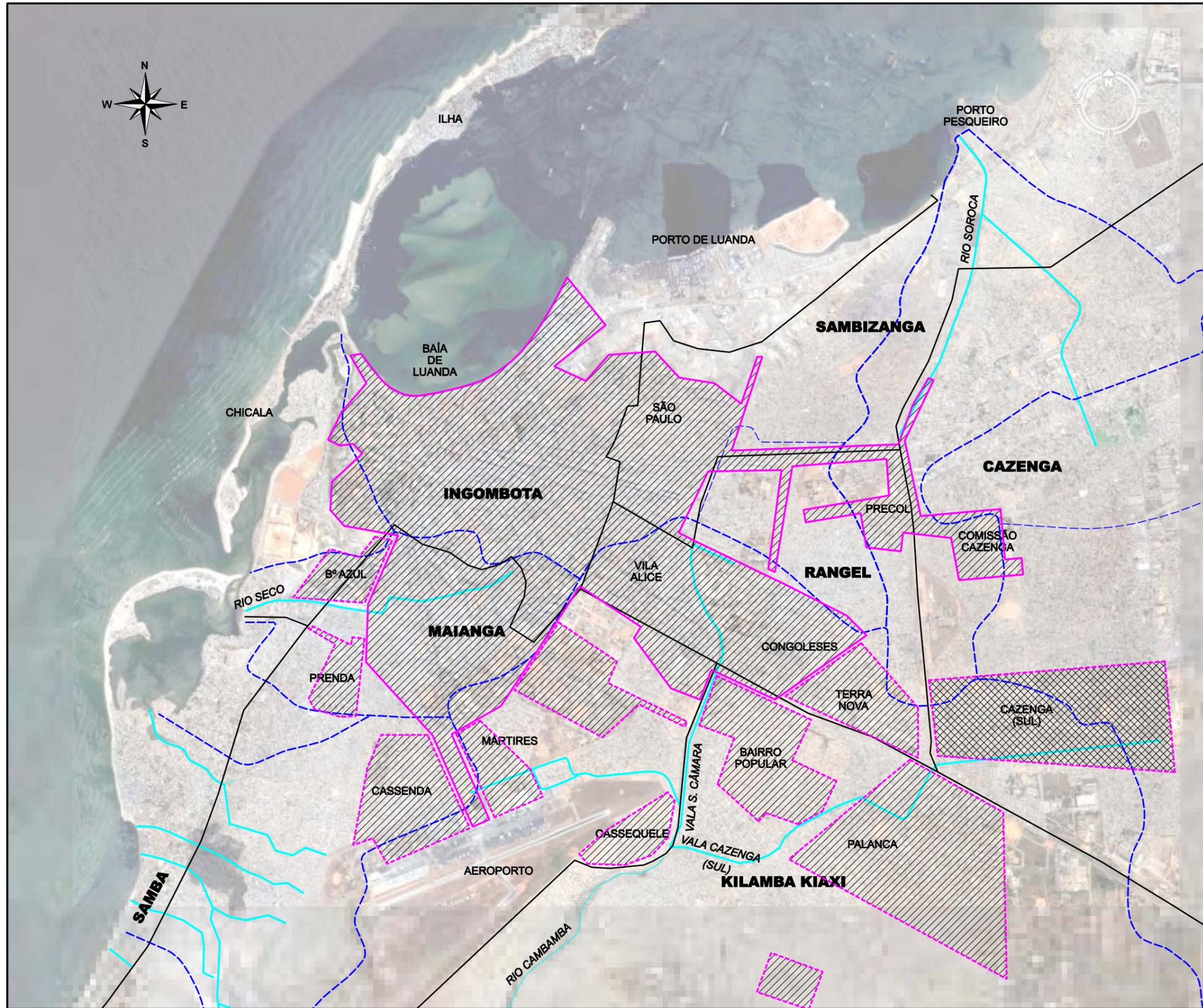


Documento Integrado no "Plano Director de Abastecimento de Água para a Província de Luanda", da EPAL, realizado pelo consórcio DAR / ODEBRECHT. (Documento AN05105 - Março de 2007)

LEGENDA

- Direcção da expansão
- Sistema 1 e 2
- Sistema 3
- Sistema 4
- Ocupação há mais de 5 anos
- Ocupação nos últimos 5 anos

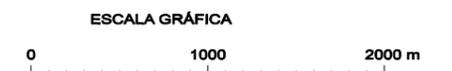


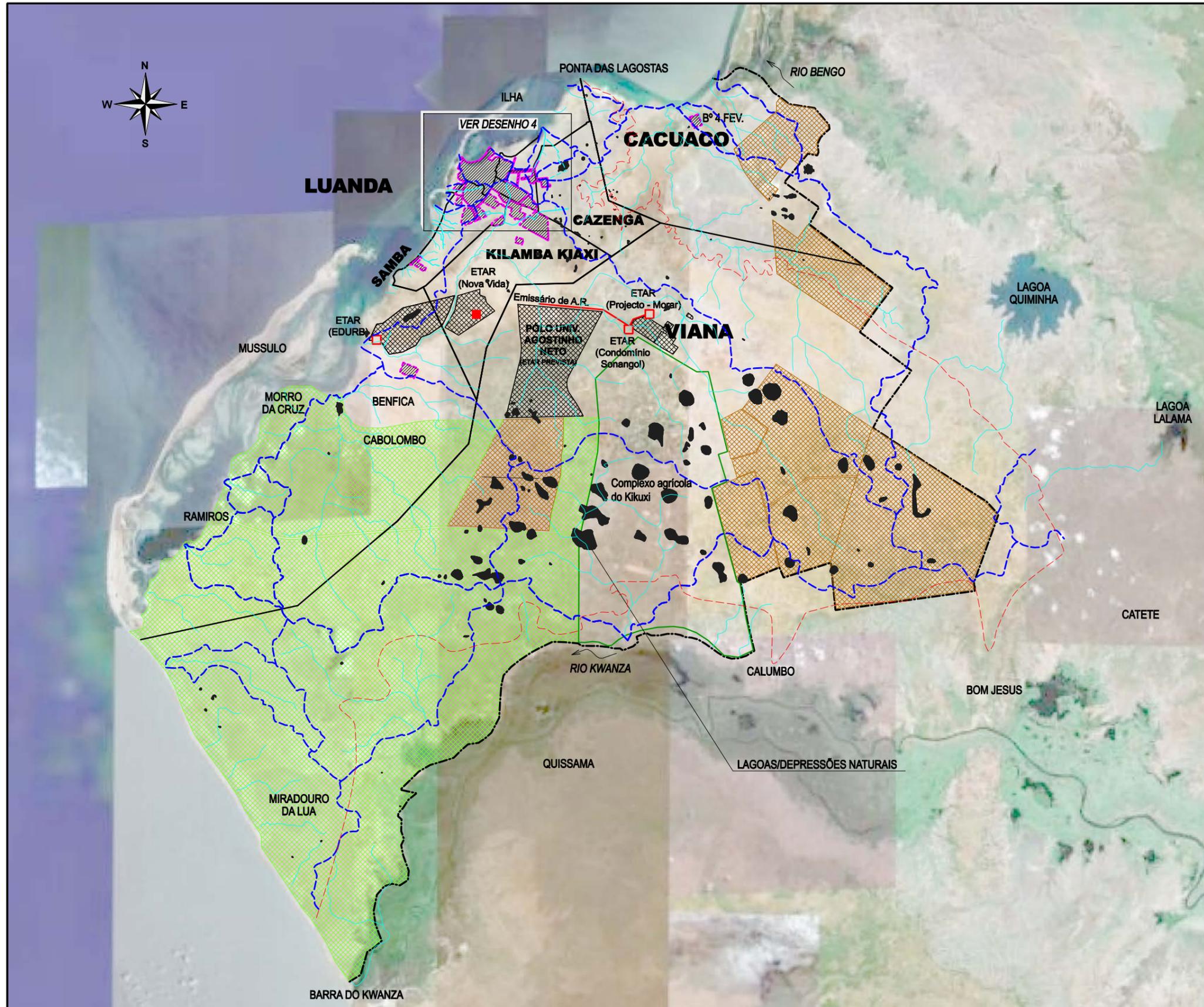


LEGENDA:

- Limite de município
- - - Limite da área de estudo
- Linhas de água principais
- Linhas de água com intervenções em execução ou previstas
- - - Limite da bacia hidrográfica
-  Zona com rede existente do tipo unitário, cadastrada
-  Zona com rede do tipo separativo, existente, em execução ou prevista
- Limite da rede cadastrada em 2002
- - - Área com rede, não cadastrada
- ETAR existente
- ETAR em execução ou em projecto

Alguns dos bairros, actualmente com redes unitárias, estão incluídos em projectos de reabilitação com infraestruturacção total, incluindo redes de drenagem separativa (consultar Desenho 10), tais como, São Paulo, Comissão Cazenga, Vila Alice, Congolezes, Terra Nova, Cazenga (Sul), Bº Popular e Cassenda.



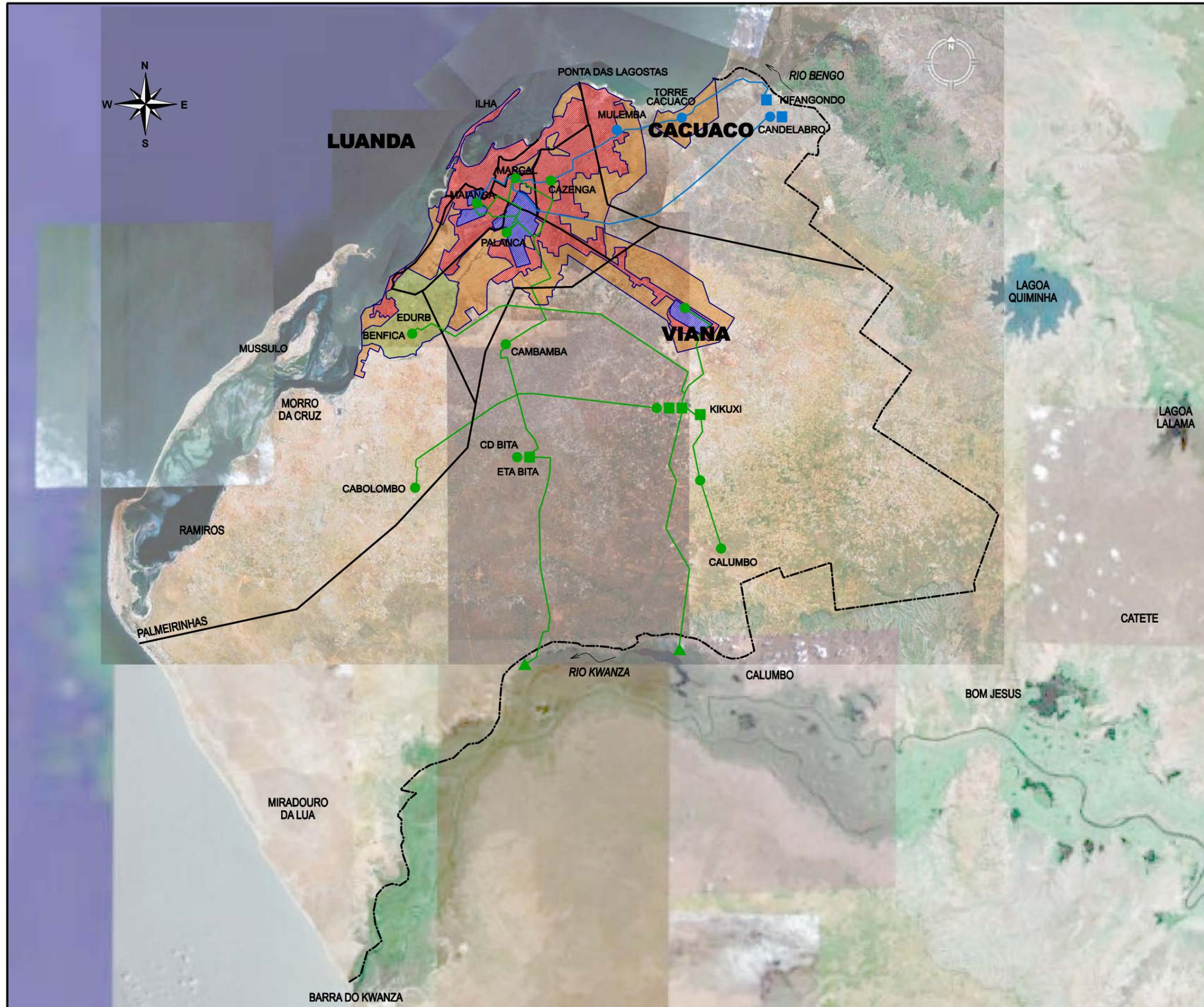


LEGENDA:

- Limite de município
- - - Limite da área de estudo
- Linhas de água principais
- - - Limite da bacia hidrográfica
- - - Limite do aprox. "Plateau" de Luanda
-  Zona com rede existente do tipo unitário, cadastrada
-  Zona com rede do tipo separativo, existente, em execução ou prevista
-  Áreas de intervenção do GRN, a dotar de redes separativas no curto / médio prazo
-  Áreas de intervenção do GRN, a dotar de redes separativas no médio / longo prazo
- Limite da rede cadastrada em 2002
- - - Área com rede, não cadastrada
- ETAR existente
- ETAR em execução ou em projecto

ESCALA GRÁFICA





LEGENDA:

- Limite de município
- - - Limite da área de estudo
- Sistema 1 e 2
- Sistema 3 e 4
- ▲ Captação
- Estação de tratamento de água
- Centro de distribuição
- ⊕ Estação elevatória

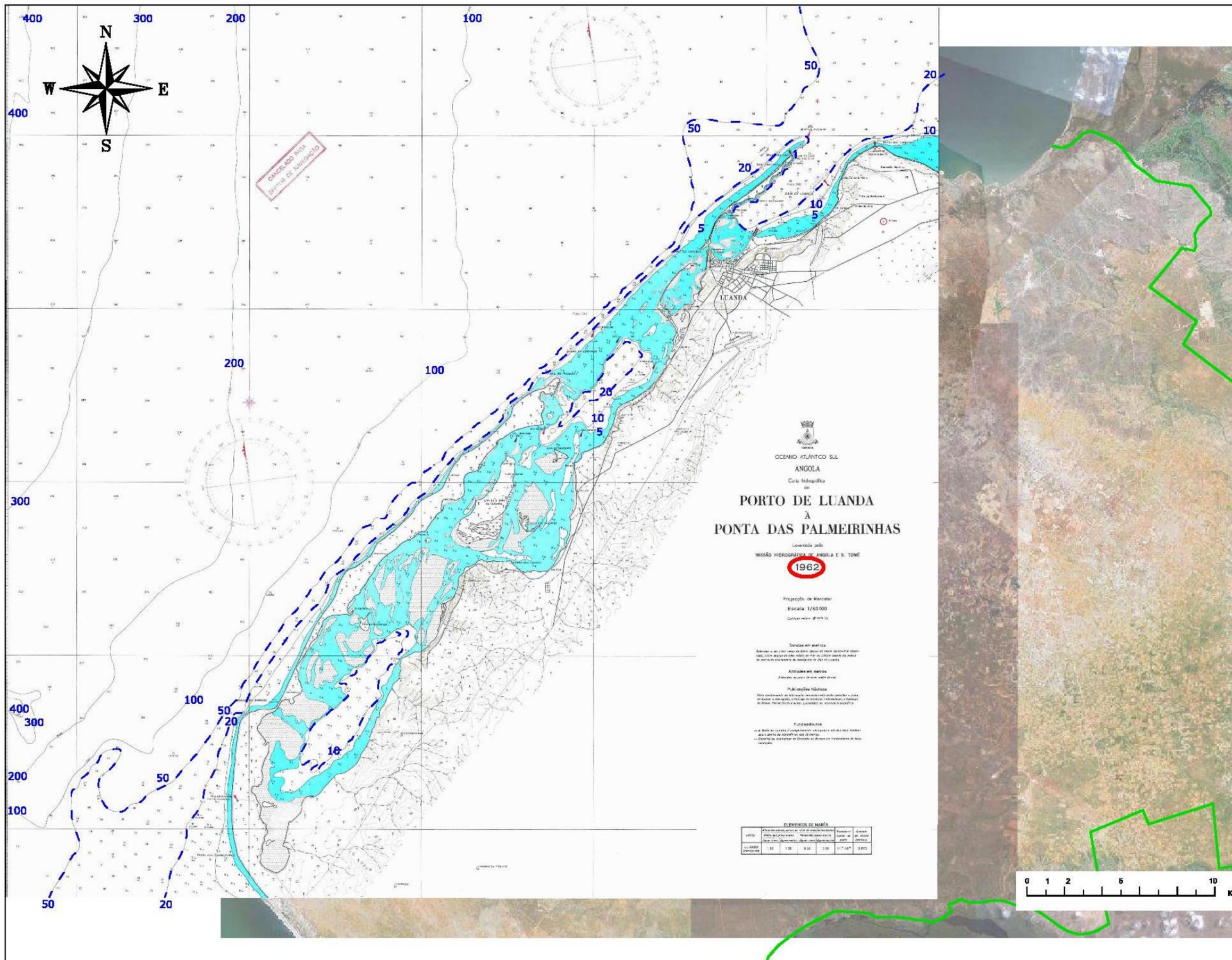
ZONAS COM REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA EXISTENTE :

- Área de EDURB com rede de distribuição própria
- Áreas com abastecimento adequado - Redes < 20 anos
Total de áreas ≈16km²
- Áreas com abastecimento Redes > 20 anos
- Áreas não abastecidas

Elementos de acordo com a informação disponível, nomeadamente, o "Plano Director de Abastecimento de Água para a Província de Luanda".

ESCALA GRÁFICA





Legenda

- 50 — Batimétrica - 50 m
- 20 — Batimétrica - 20 m
- Limite da expansão


 OCEANO ATLANTICO SUL
 ANGOLA
 Carta Hidrográfica
 do
**PORTO DE LUANDA
 À
 PONTA DAS PALMEIRINHAS**
 Levantada pelo
 MISSÃO HIDROGRÁFICA DE ANGOLA E S. TOMÉ
1962
 Projeção de Mercator
 Escala 1/50 000
 Contorno marítimo em metros

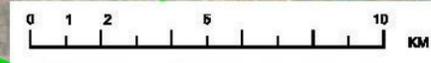
Sondagens em metros
 Medidas em um plano vertical de nível médio do mar, obtidas por observação direta, com o auxílio de um nível de nível médio do mar, e com o auxílio de um nível de nível médio do mar, e com o auxílio de um nível de nível médio do mar.

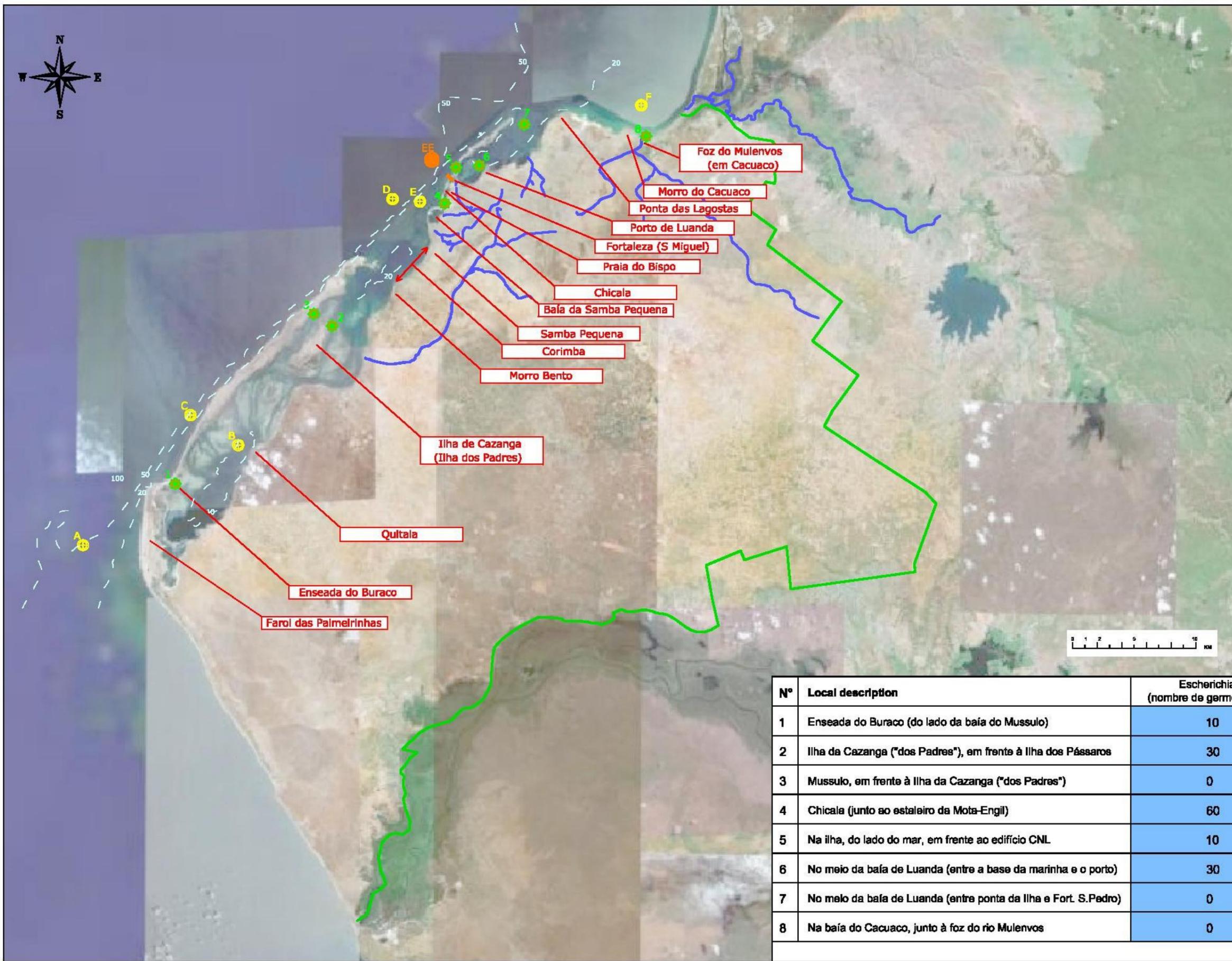
Altitudes em metros
 Medidas no terreno, com o auxílio de um nível de nível médio do mar.

Pôr-moções náuticas
 Para conhecimento do navegante, e para a orientação dos navios, e para a orientação dos navios, e para a orientação dos navios.

Fundeadouros
 — A Bala de canhão (1) e o canhão (2) estão em situação de abandono.

ELEMENTOS DE MARÉ				
UNID.	Altura média do mar (AMM)	Altura média do mar (AMM)	Profundidade média (PM)	Profundidade média (PM)
LUANDA (portulano)	1,92	1,36	0,26	2,50
	(1) 1° 14' 14" 0,672			





Legenda

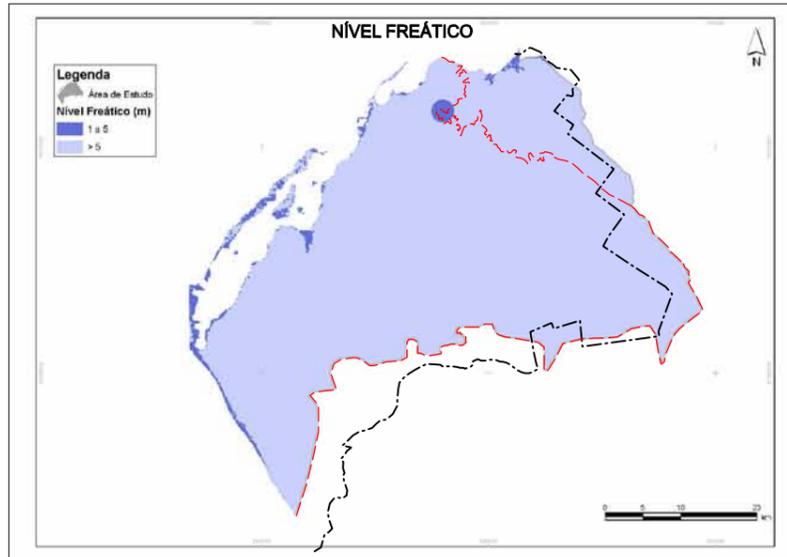
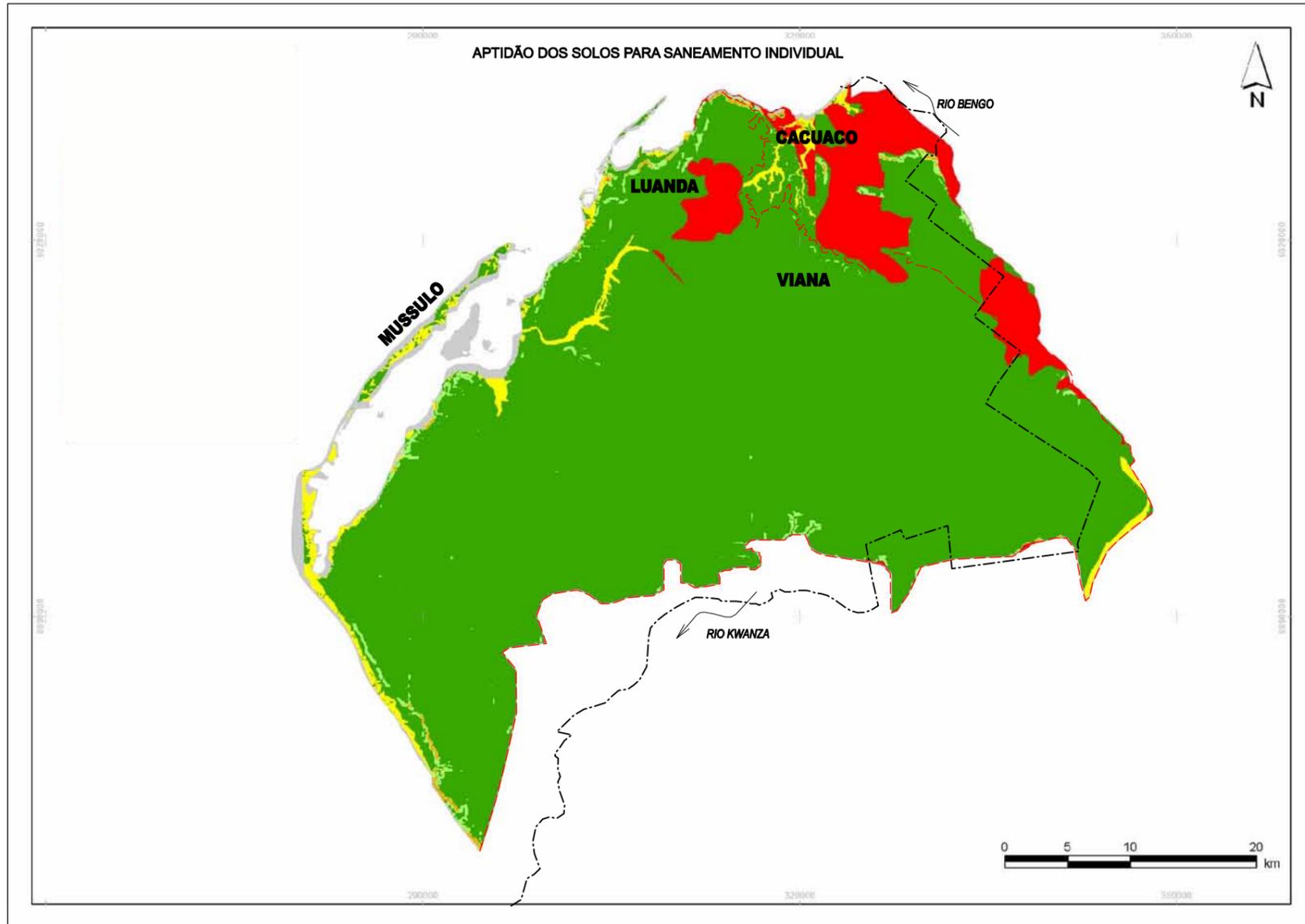
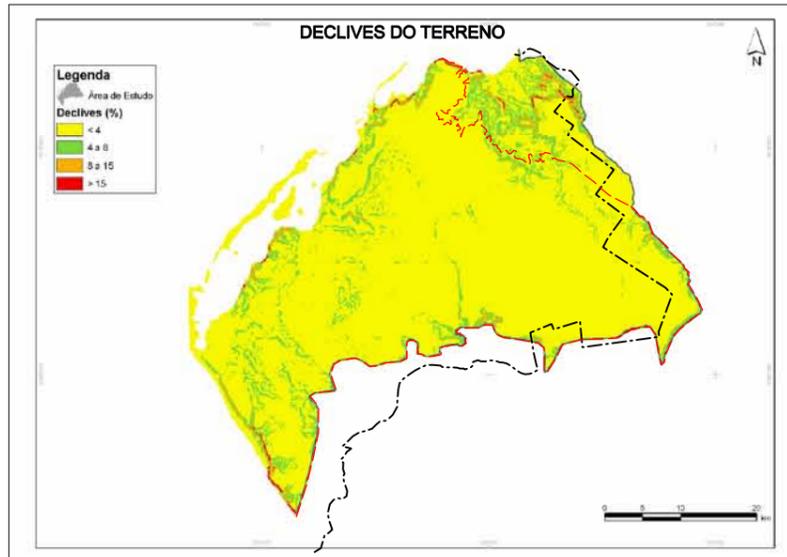
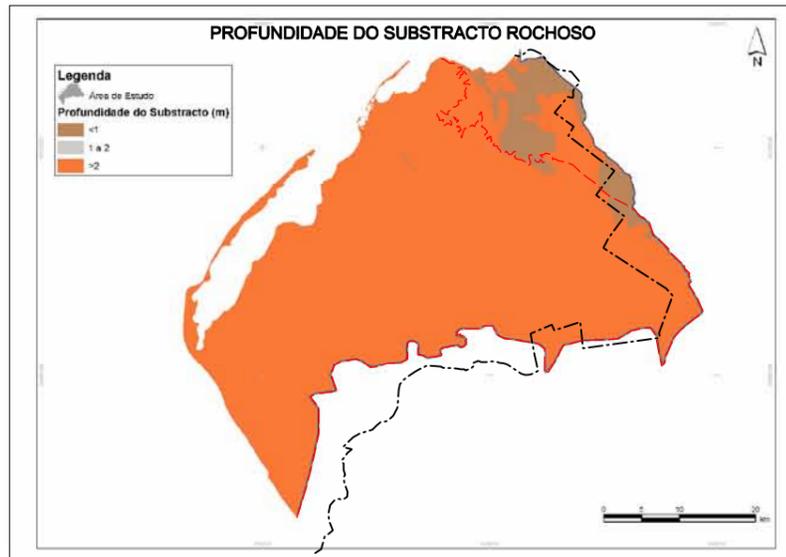
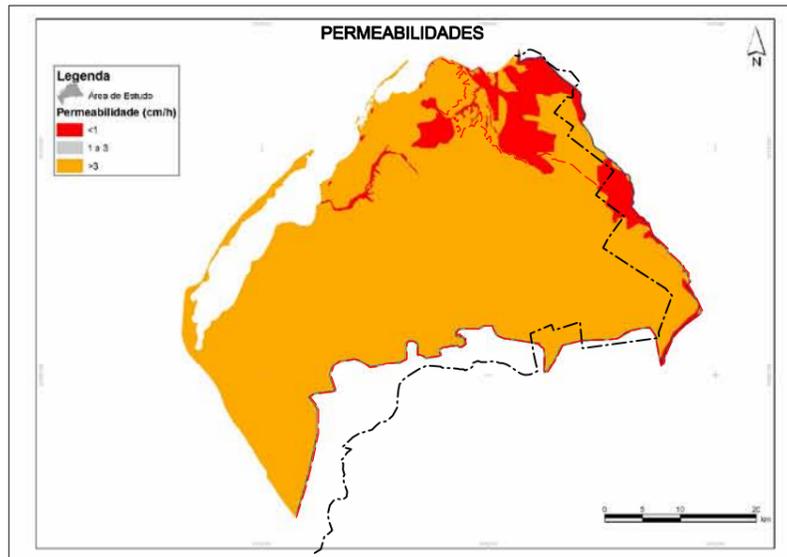
Desenho :

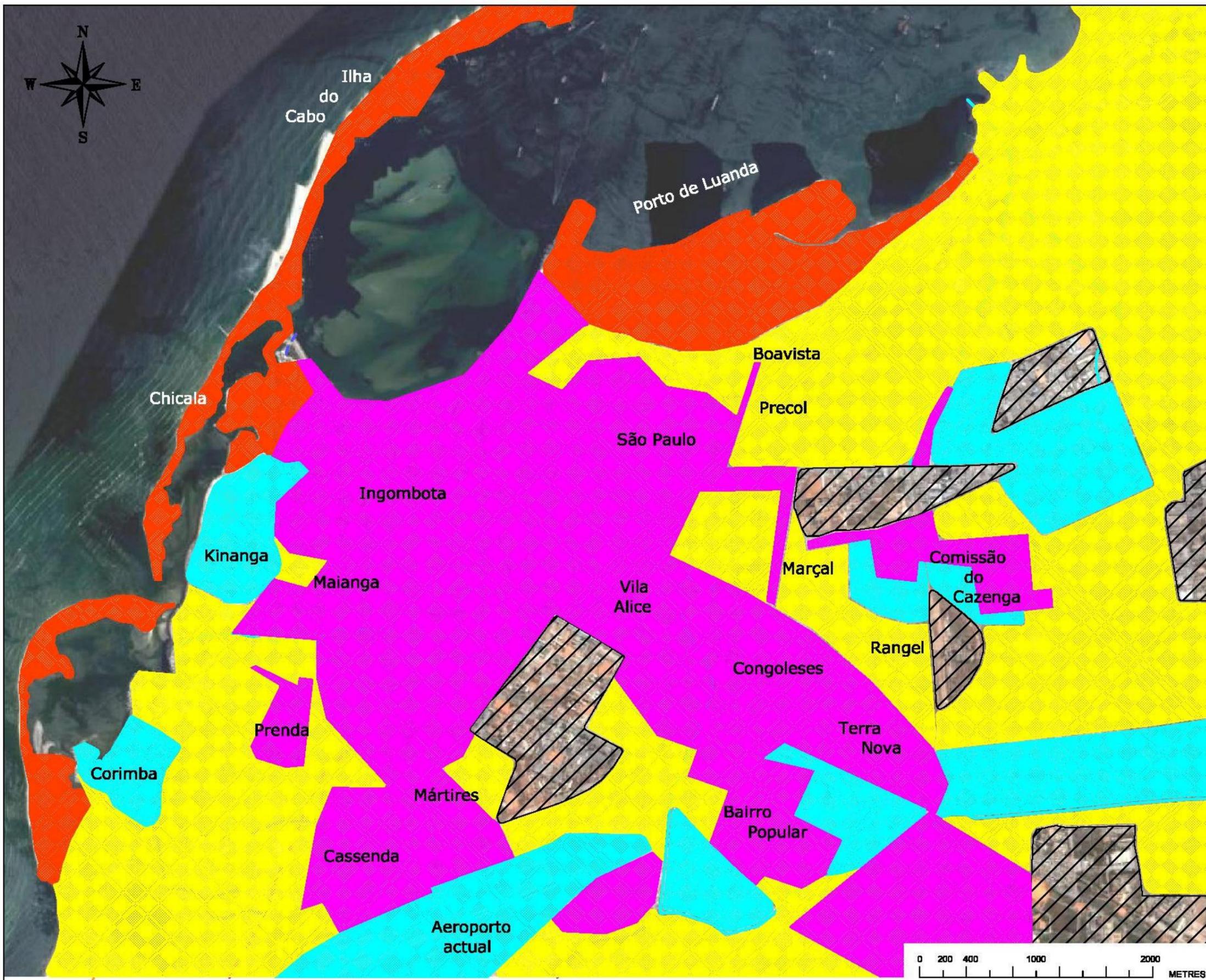
- X Pontos de amostragem no mar
- Porto de Luanda Pontos Notáveis Marítimos
- Limite da expansão
- Y Locais considerados para as descargas no mar
- EE Emissário Existente
- 50 Batimétrica - 50 m
- 20 Batimétrica - 20 m

Quadro :

- Muito boa qualidade de água.
- Boa qualidade de água.

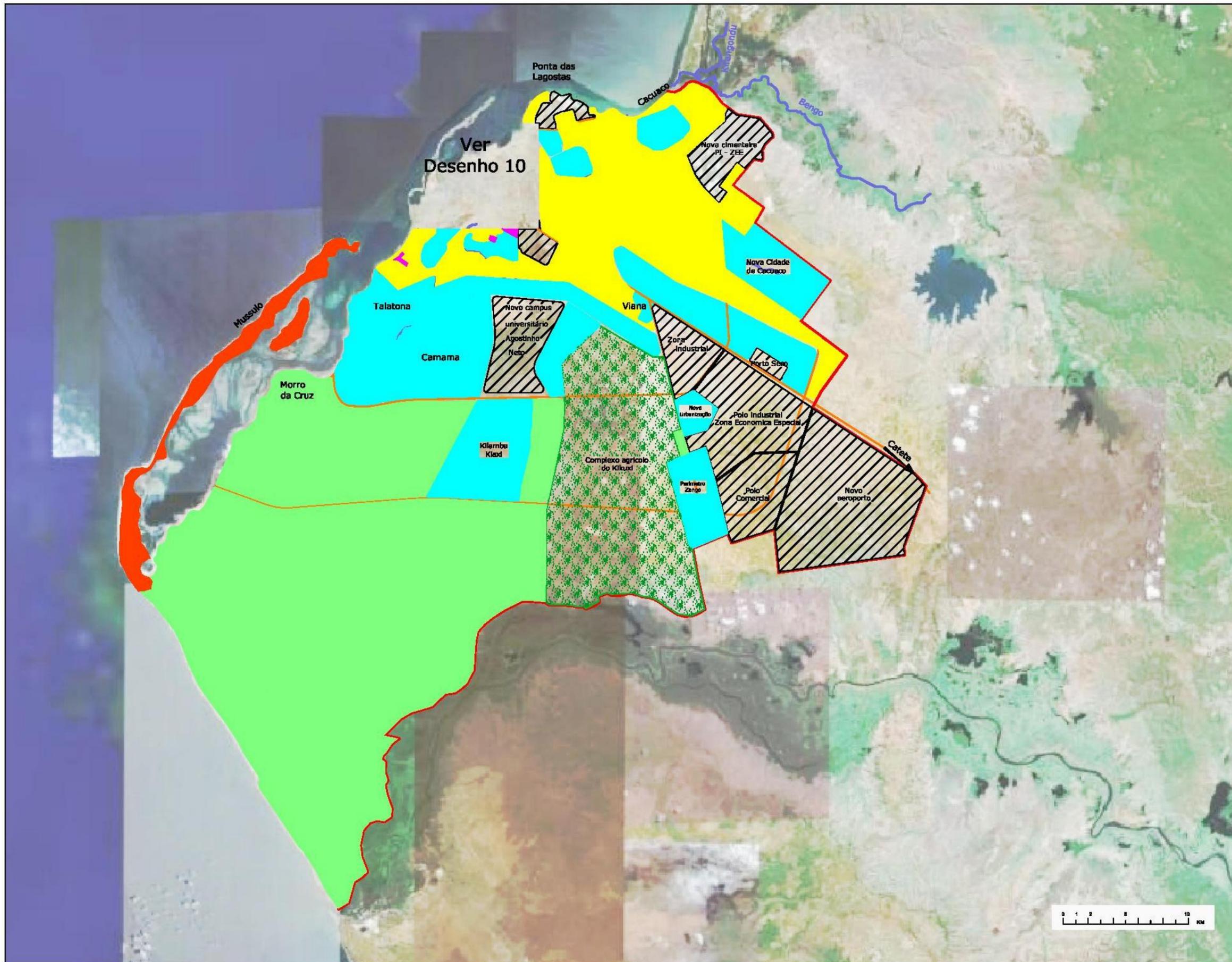
Nº	Local description	Escherichia Coli (número de germes / 100 ml)	Azoto amoniacal (mg/l)	Fosfatos (mg/l)
1	Enseada do Buraco (do lado da baía do Mussulo)	10	<0.05	<0.08
2	Ilha da Cazanga ("dos Padres"), em frente à Ilha dos Pássaros	30	0.085	<0.08
3	Mussulo, em frente à Ilha da Cazanga ("dos Padres")	0	<0.05	<0.08
4	Chicala (junto ao estaleiro da Mota-Engil)	60	0.14	<0.08
5	Na ilha, do lado do mar, em frente ao edifício CNL	10	<0.05	<0.08
6	No meio da baía de Luanda (entre a base da marinha e o porto)	30	0.065	<0.08
7	No meio da baía de Luanda (entre ponta da Ilha e Fort. S. Pedro)	0	<0.05	<0.08
8	Na baía do Cacuo, junto à foz do rio Mulenvos	0	<0.05	<0.08





Legenda

- Zonas com redes a curto prazo**
- Existência actual de rede unitária, a ser reabilitada, eventualmente, para as águas residuais. Construção a curto prazo de nova rede para as águas pluviais e eventualmente para águas residuais.
 - Zona urbanizada (ou em vias de o ser) em 2007. Construção de rede separativa (águas residuais e pluviais) a curto prazo (apos a reurbanização quando necessário)
 - Futuras zonas turísticas. Criação de sistema de saneamento a vácuo para águas residuais e rede de águas pluviais gravítica em superfície livre.
 - Zonas Industriais, administrativas e de serviços.
- Zonas com redes a longo prazo**
- Zonas actualmente pores estruturadas. Construção de rede separativa a longo prazo, após a estrutura urbana.
 - Limite do plateau
 - Valas reabilitadas ou em curso de reabilitação
 - Valas a ser reabilltadas



Legenda

Zonas com redes a curto prazo

Zona urbanizada (ou em vias de o ser). Construção de rede separativa (águas residuais e pluviais) a curto prazo (após a reurbanização, quando necessário).

Rede unitária existente, a ser reabilitada, ou reconstruída. Construção a curto prazo de uma nova rede para as águas pluviais ou para águas residuais.

Futuras zonas turísticas. Construção de um sistema de saneamento por vácuo para águas residuais e rede de águas pluviais gravítica em superfície livre.

Zonas industriais, administrativas e de serviços.

Zonas com redes a longo prazo

Zonas actualmente pouco estruturadas. Construção de rede separativa a longo prazo, após a reestruturação urbana.

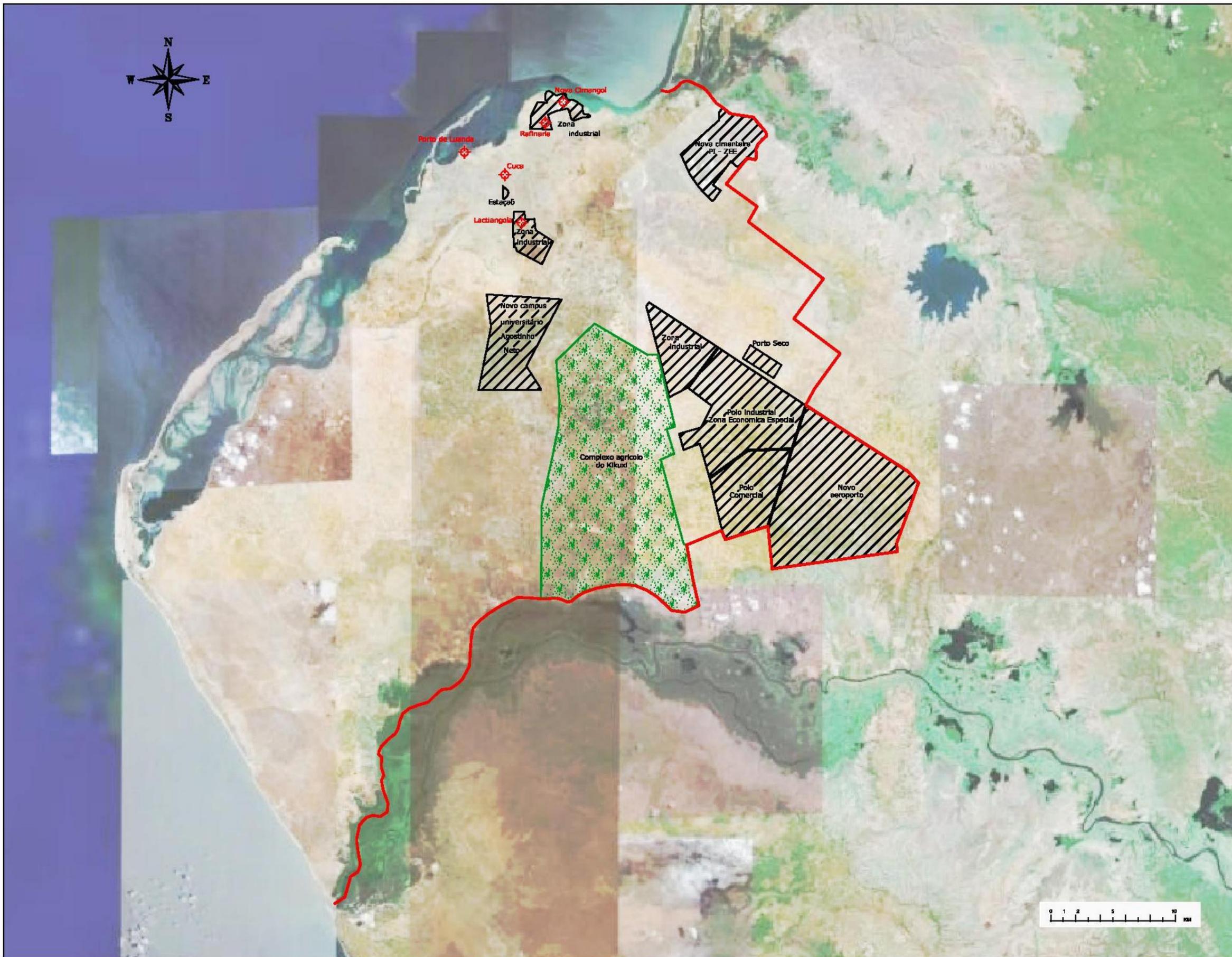
Zonas actualmente não urbanizadas. Construção de rede separativa a longo prazo, aquando da urbanização.

Zonas sem redes.

Hidrografia

Limite da expansão

Estrada



Legenda



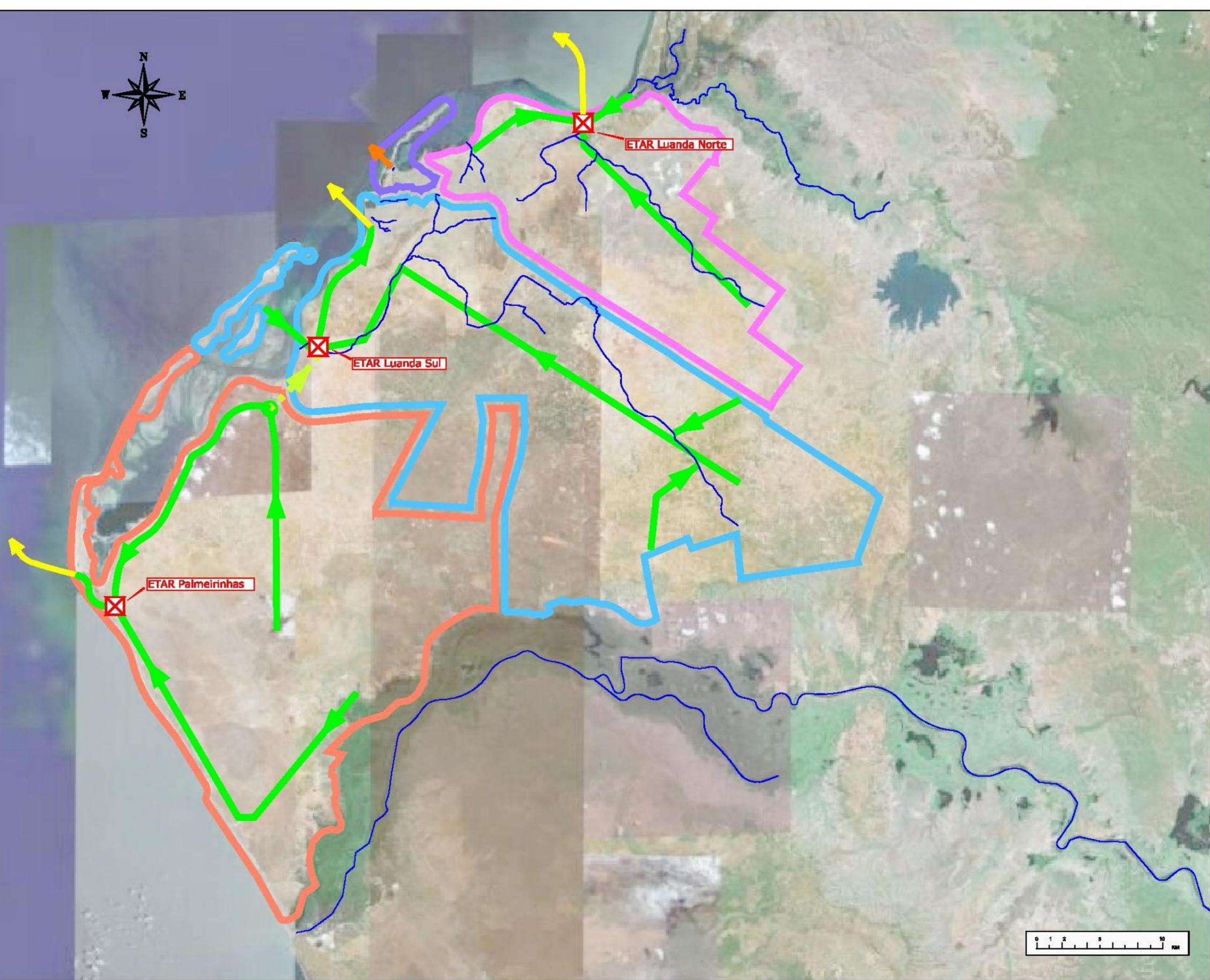
Principais zonas industriais, administrativas ou de serviços no ano horizonte de 2025.



Limite da expansão



Principais indústrias



Legenda

-  Zona de colecta "Centro cidade"
-  Zona de colecta "Norte"
-  Zona de colecta "Sul"
-  Zona de colecta "Nova Cidade"

-  Estação de tratamento de águas residuais (ETAR)

-  Colector de transporte
-  Emissário submarino a construir
-  Emissário submarino existente

-  Colector de transporte provisório

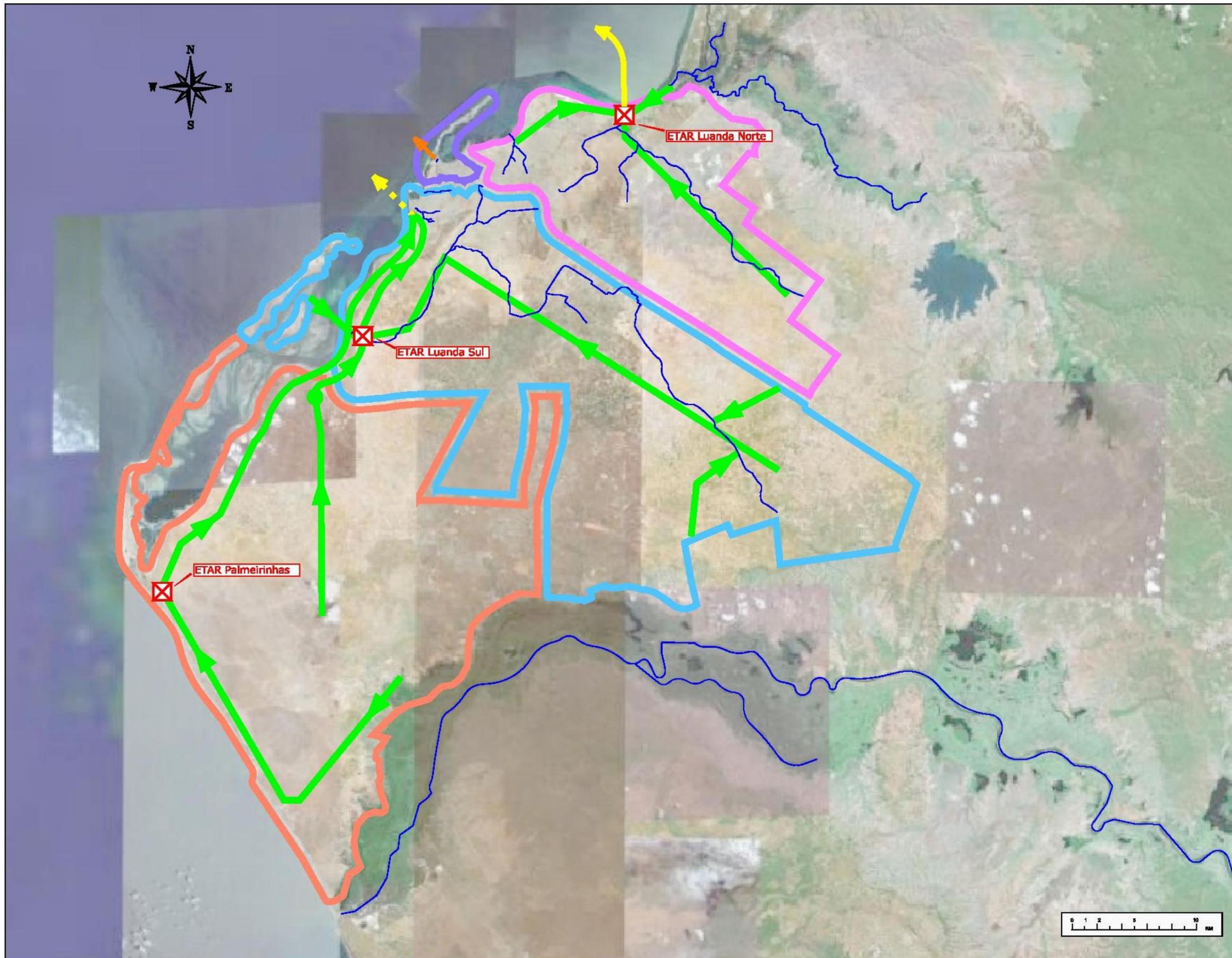


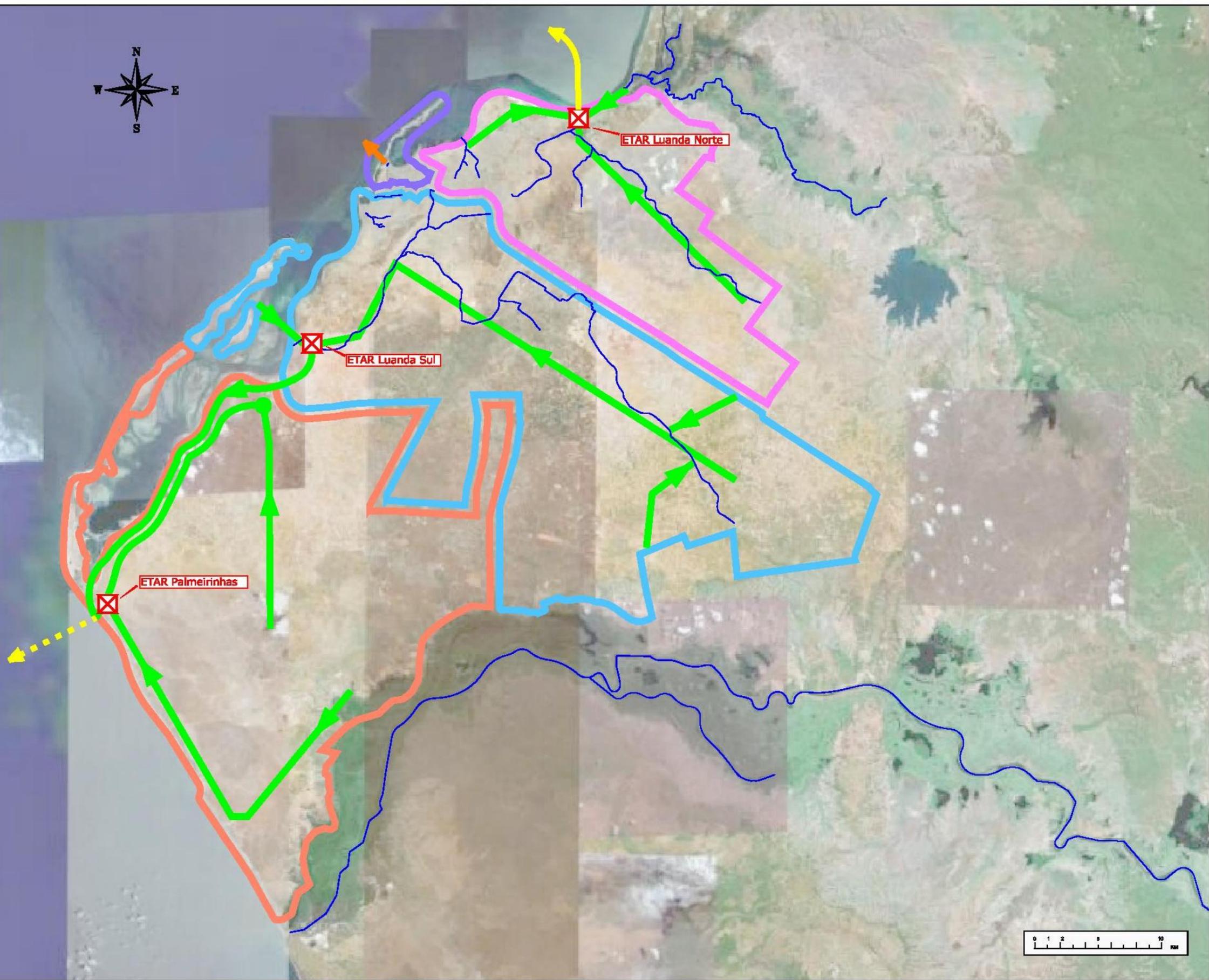
Legenda

-  Zona de colecta "Centro cidade"
-  Zona de colecta "Norte"
-  Zona de colecta "Sul"
-  Zona de colecta "Nova Cidade"

-  Estação de tratamento de águas residuais (ETAR)

-  Colector de transporte
-  Emissário submarino a construir
-  Emissário submarino existente
-  Emissário submarino a construir (é necessário efectuar estudos adicionais)



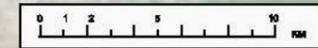


Legenda

-  Zona de colecta "Centro cidade"
-  Zona de colecta "Norte"
-  Zona de colecta "Sul"
-  Zona de colecta "Nova Cidade"

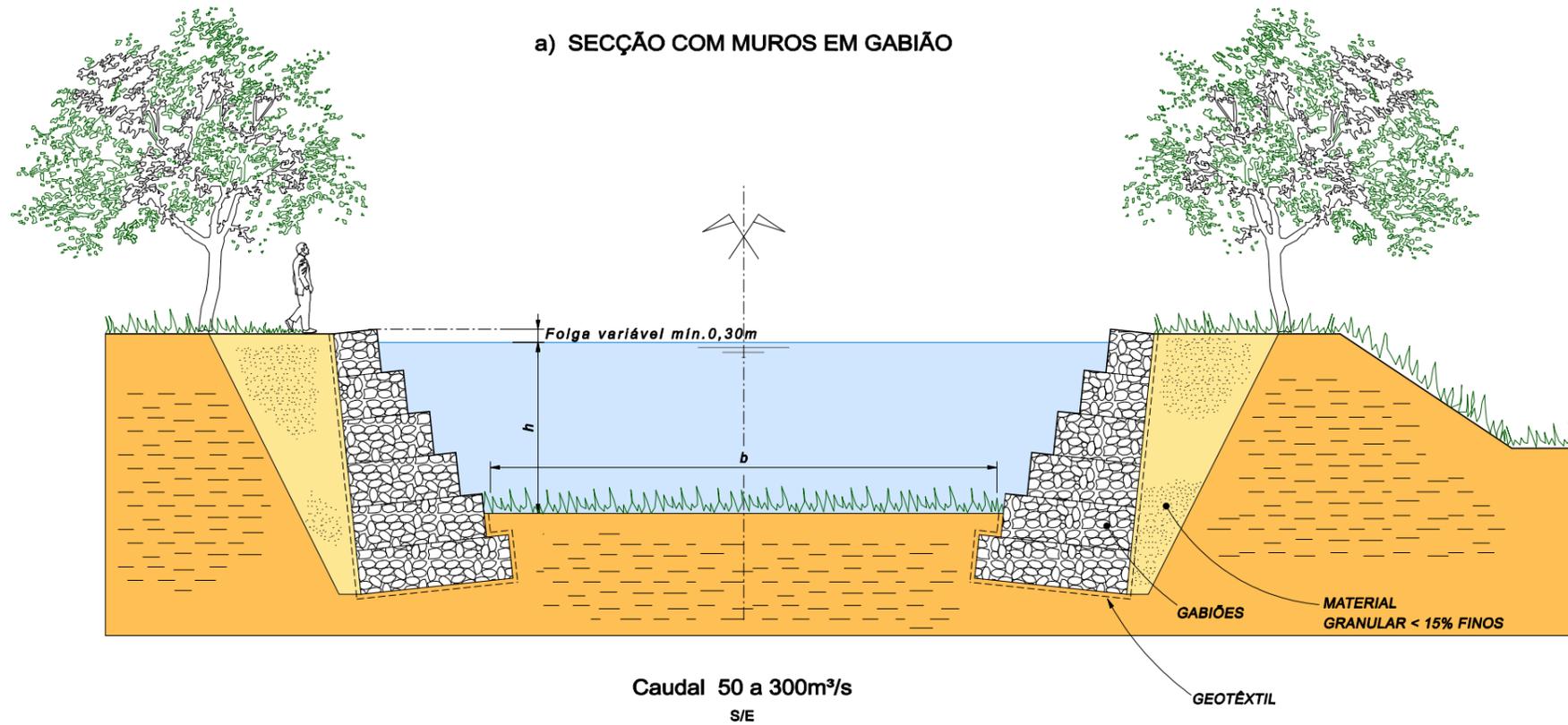
-  Estação de tratamento de águas residuais (ETAR)

-  Colector de transporte
-  Emissário submarino a construir
-  Emissário submarino existente
-  Emissário submarino a ser estudado más precisamente.



SOLUÇÕES PARA ZONAS DE DENSA OCUPAÇÃO URBANA

a) SECÇÃO COM MUROS EM GABIÃO

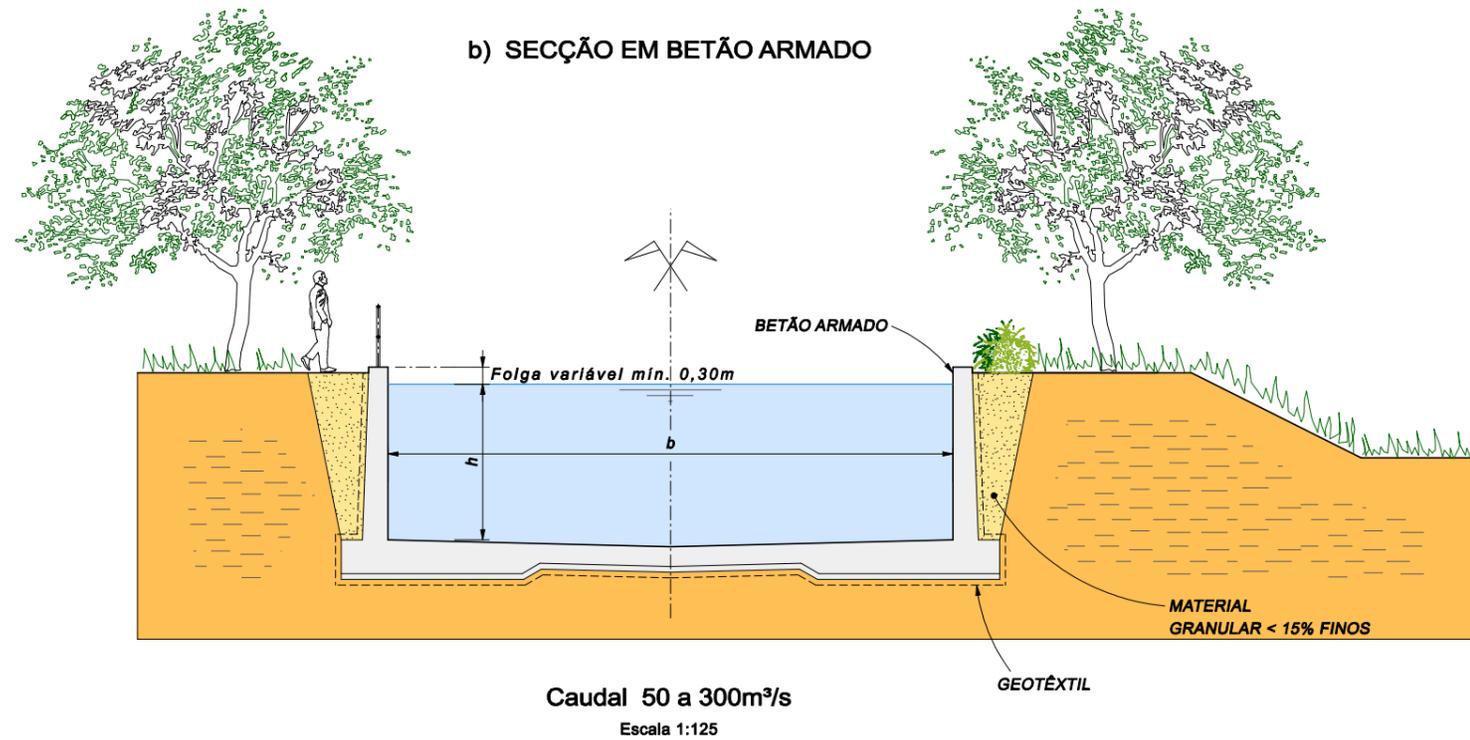


CARACTERÍSTICAS DAS SECÇÕES A REGULARIZAR

$K_s = 40 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$
 $m \text{ (H:V)} = 0.5:1$

Q (m ³ /s)	Inclinação do leito i (%)					
	1		0,5		0,1	
	b (m)	h (m)	b (m)	h (m)	b (m)	h (m)
50	4,2	2,1	4,8	2,4	6,4	3,2
100	5,4	2,7	6,2	3,1	8,3	4,2
150	7,2	2,9	8,2	3,3	11,1	4,5
200	9,2	3,0	10,5	3,4	14,2	4,5
250	10,4	3,1	11,9	3,6	16,1	4,8
300	11,2	3,3	12,7	3,8	17,2	5,2

b) SECÇÃO EM BETÃO ARMADO

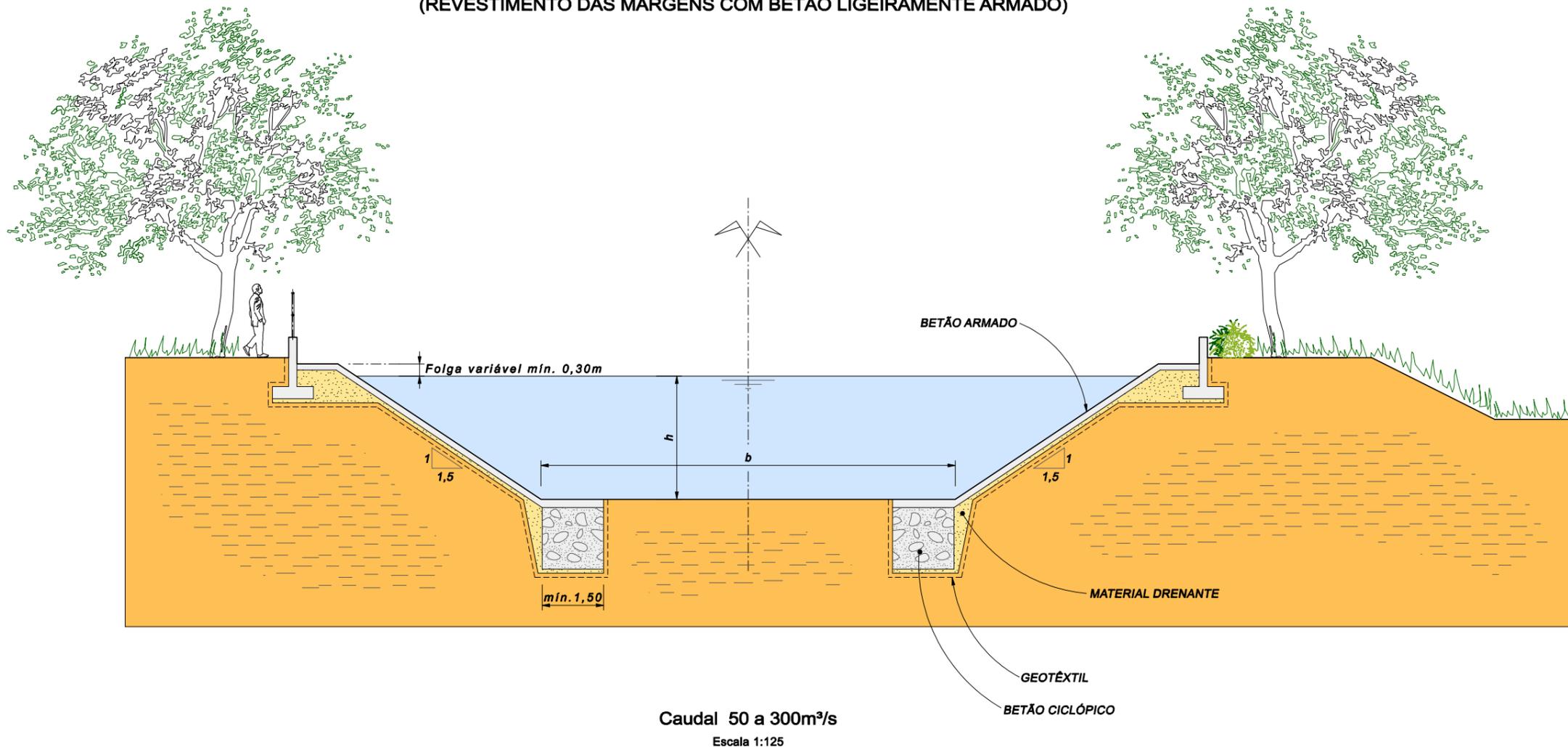


$K_s = 60 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$
 Secção rectangular

Q (m ³ /s)	Inclinação do leito i (%)					
	1		0,5		0,1	
	b (m)	h (m)	b (m)	h (m)	b (m)	h (m)
50	4,1	2,1	4,7	2,3	6,3	3,2
100	5,3	2,7	6,1	3,0	8,2	4,1
150	6,9	2,8	7,9	3,2	10,7	4,3
200	8,7	2,8	9,9	3,2	13,3	4,3
250	9,7	2,9	11,1	3,3	15,0	4,5
300	10,4	3,1	11,9	3,6	16,1	4,8

SOLUÇÕES PARA ZONAS DE MÉDIA OCUPAÇÃO URBANA

(REVESTIMENTO DAS MARGENS COM BETÃO LIGEIRAMENTE ARMADO)



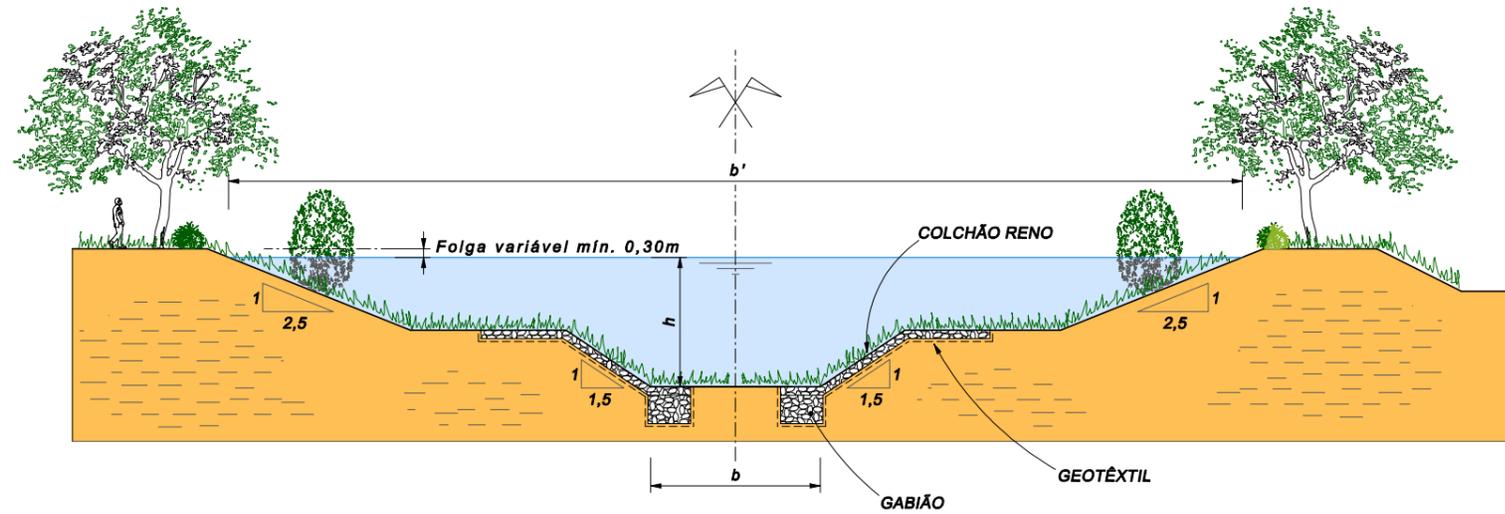
CARACTERÍSTICAS DAS SECÇÕES A REGULARIZAR

$K_s = 50 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$
 $m \text{ (H:V)} = 1.5:1$

Q (m³/s)	Inclinação do leito i (%)					
	1		0,5		0,1	
	b (m)	h (m)	b (m)	h (m)	b (m)	h (m)
50	3,1	1,6	3,6	1,8	4,8	2,4
100	4,0	2,0	4,6	2,3	6,2	3,1
150	5,6	2,2	6,3	2,5	8,5	3,4
200	7,3	2,3	8,3	2,7	11,2	3,6
250	8,3	2,5	9,5	2,8	12,8	3,8
300	8,9	2,7	10,1	3,0	13,7	4,1

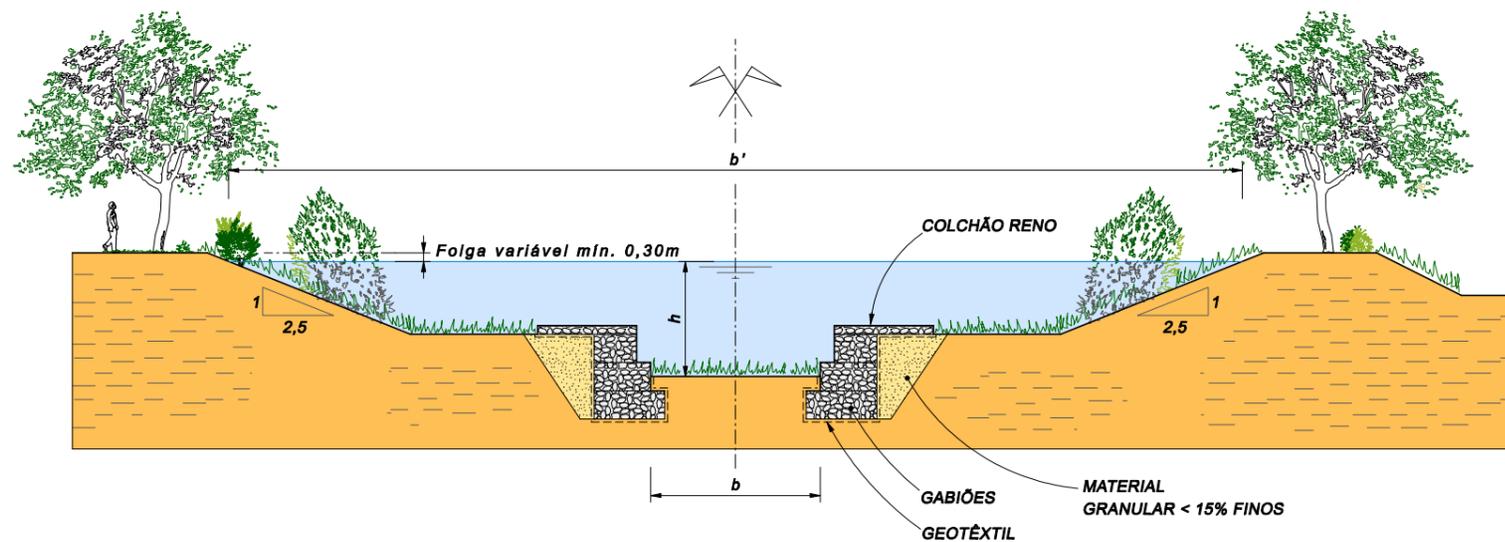
SOLUÇÕES PARA ZONAS DE FRACA OCUPAÇÃO URBANA

a) SECÇÃO COM COLCHÃO TIPO RENO



Secção composta - Caudal 150 a 300m³/s
Escala 1:250

b) SECÇÃO COM MUROS EM GABIÃO



Secção composta - Caudal 150 a 300m³/s
Escala 1:250

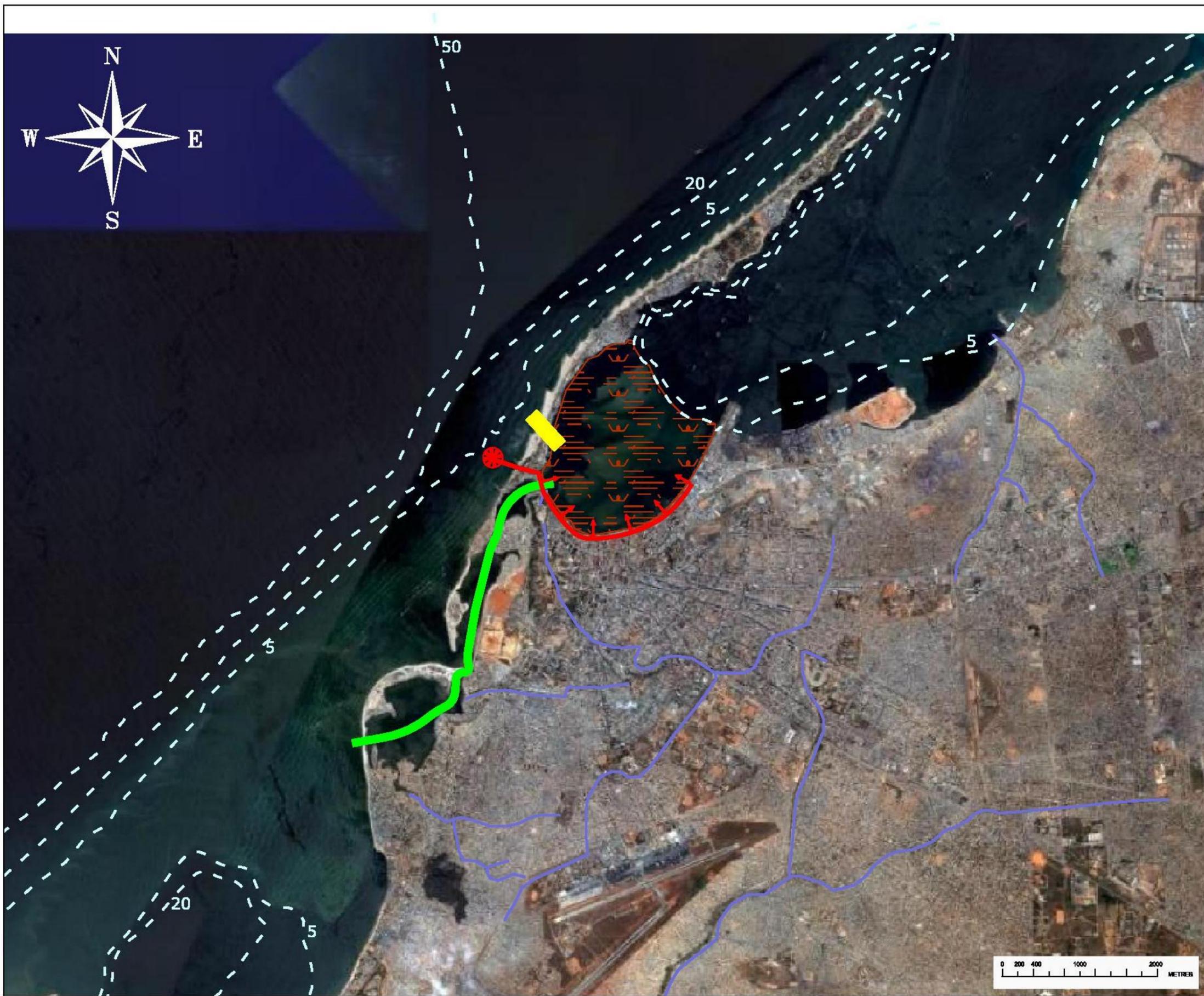
CARACTERÍSTICAS DAS SECÇÕES A REGULARIZAR

$K_s=40 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ (leito menor) e $K_s=20 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ (leito maior)
 $m \text{ (H:V)} = 1.5:1$ e $m \text{ (H:V)} = 2.5:1$

Q (m ³ /s)	Inclinação do leito i (%)								
	1			0,5			0,1		
	b (m)	b' (m)	h (m)	b (m)	b' (m)	h (m)	b (m)	b' (m)	h (m)
150	3,4	22,0	3,3	3,8	25,1	3,8	5,2	33,9	5,1
200	3,8	24,5	3,7	4,3	27,9	4,2	5,8	37,7	5,7
250	4,1	26,7	4,0	4,7	30,4	4,6	6,3	41,0	6,2
300	4,4	28,5	4,3	5,0	32,5	4,9	6,8	43,9	6,6

$K_s=40 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ (leito menor) e $K_s=20 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ (leito maior)
 $m \text{ (H:V)} = 0.5:1$ e $m \text{ (H:V)} = 2.5:1$

Q (m ³ /s)	Inclinação do leito i (%)								
	1			0,5			0,1		
	b (m)	b' (m)	h (m)	b (m)	b' (m)	h (m)	b (m)	b' (m)	h (m)
150	4,2	24,7	3,7	4,8	28,2	4,2	6,4	38,0	5,7
200	4,7	27,5	4,1	5,3	31,4	4,7	7,2	42,4	6,4
250	5,1	30,0	4,5	5,8	34,1	5,1	7,8	46,1	6,9
300	5,4	32,1	4,8	6,2	36,5	5,5	8,3	49,3	7,4

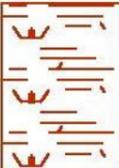


Legenda

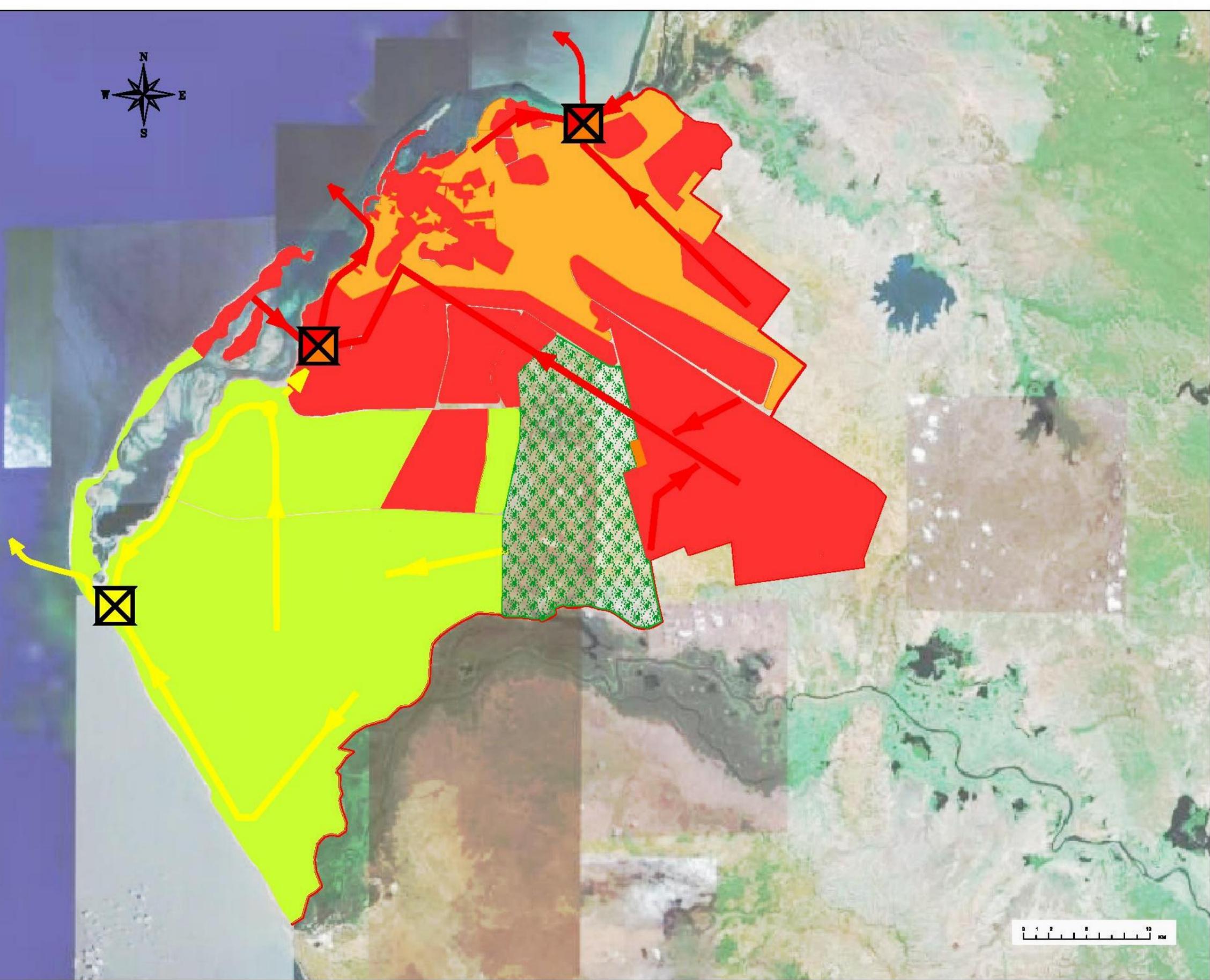
- 

Solução 1:
Canal entre o mar e a baía, atravessando a Ilha de Luanda
- 

Solução 2:
Canal entre o mar e a baía, atravessando a Samba Pequena e a Chicala, prevendo a reabertura do aterro de ligação entre a Ilha e a cidade (junto à Fortaleza)
- 

Solução 3:
Bombagem a partir do mar com injeção no fundo da baía em um ou vários pontos (utilizando tubagens)
- 

Zona muito pouco profunda (0-5 m) com bancos de sedimentos que retêm diferentes poluentes presentes ou depositados na baía. Qualidade da água aceitável com produção de odores desagradáveis.



Legenda

Fase 1 :

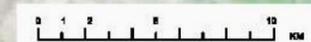
-  Zona de colecta
-  Colector principal
-  Estação de tratamento

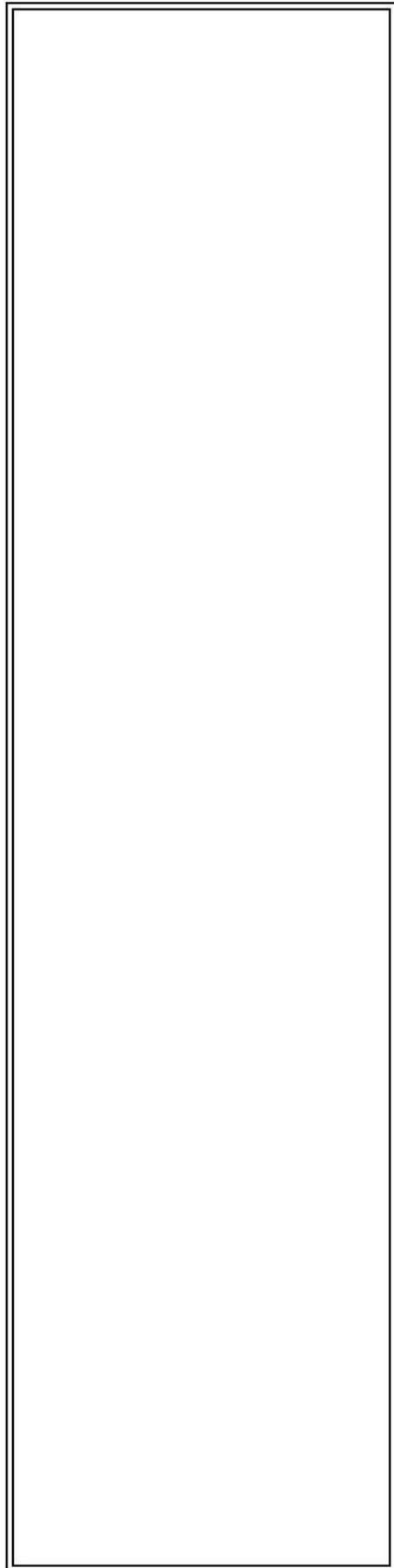
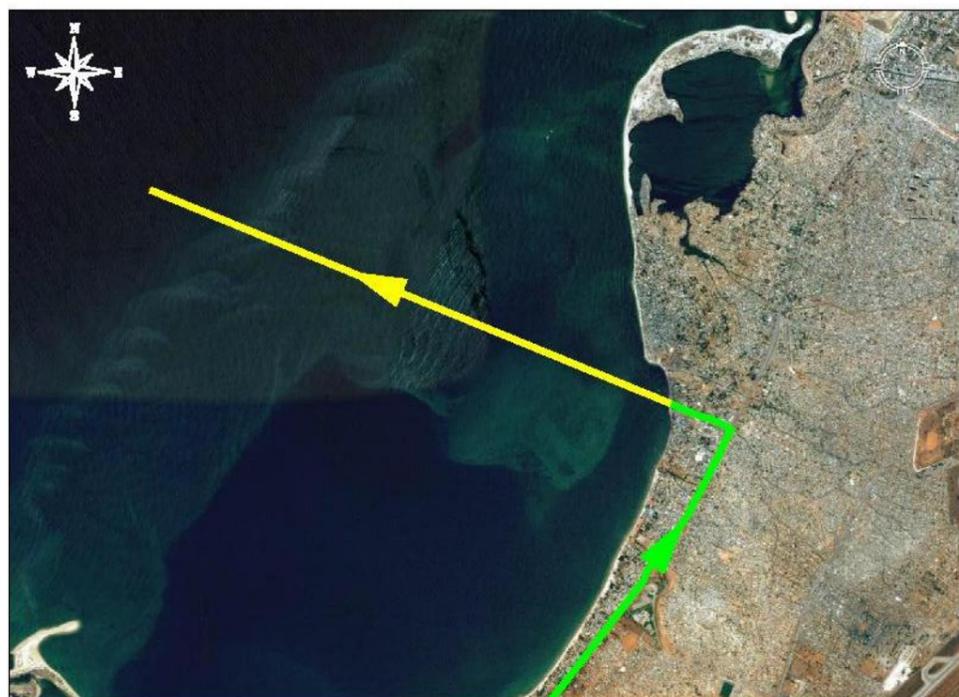
Fase 2 :

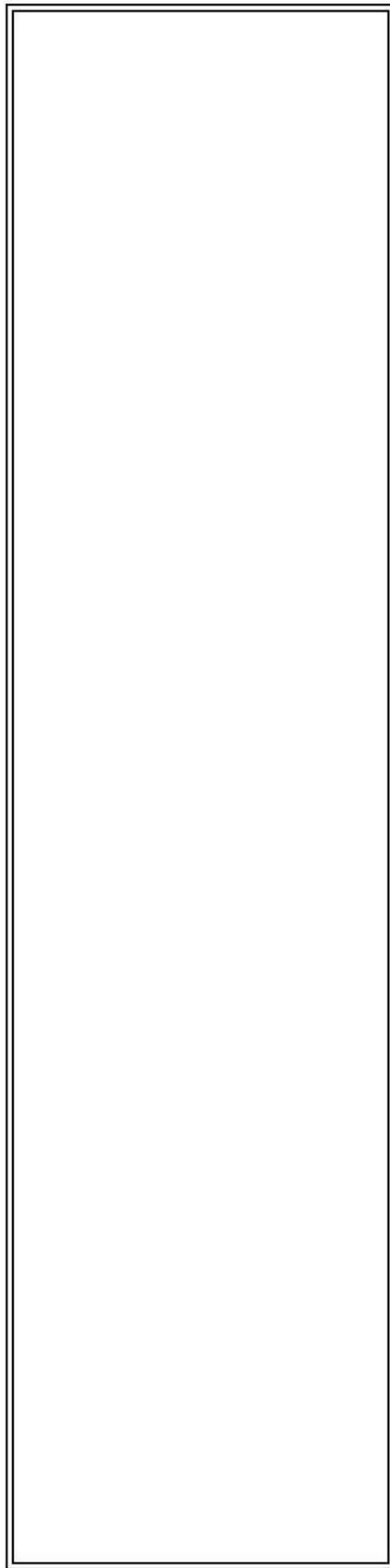
-  Zona de colecta
-  Colector principal
-  Estação de tratamento

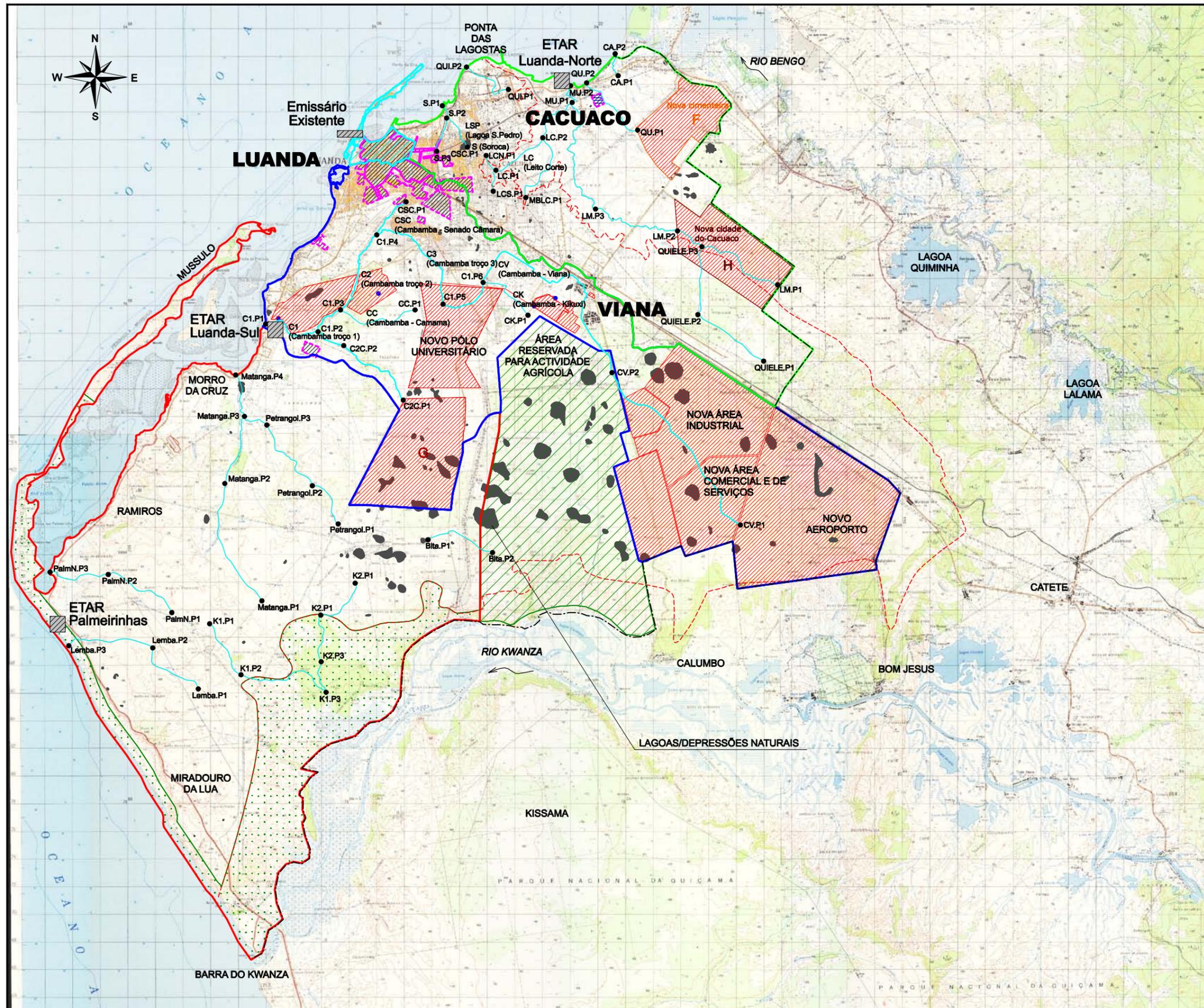
Fase 3 :

-  Zona de colecta
-  Colector principal
-  Estação de tratamento









LEGENDA:

- Limite da Área de estudo
- - - - - Limite aproximado do "Plateau" de Luanda
- (Cyan) — Primeiro Grupo de Obras (1ª Fase)
- (Blue) — Linhas de Água
- (Red) — Área de colecta da ETAR das Palmeirinhas
- (Blue) — Área de colecta da ETAR Luanda-Sul
- (Green) — Área de colecta da ETAR Luanda-Norte
- (Cyan) — Área de colecta do Emissário da Chicala
- ▨ (Red diagonal lines) Grandes Áreas com projectos urbanísticos em curso, que incluem redes de drenagem separativas
- ▨ (Green dotted) Zona a preservar (sem ocupação)
- ▨ (Green diagonal lines) Área reservada para actividade agrícola
- (Black) Depressões naturais do terreno

NOTA: As intervenções, da 1ª Fase na rede, encontram-se descritas no texto e são complementadas com os desenhos 10, 11 e 20.

ESCALA GRÁFICA

