



UNIVERSIDADE POLITÉCNICA
A POLITÉCNICA

Escola superior de Gestão, Ciências e Tecnologias

GESTÃO E APROVEITAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS NA
CIDADE DE MAPUTO

EDILSON JARMINDO BILA

Código: 306304

ENGENHARIA CIVIL

Maputo

2017



UNIVERSIDADE POLITÉCNICA
A POLITÉCNICA

Escola superior de Gestão, Ciências e Tecnologias

GESTÃO E APROVEITAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS NA
CIDADE DE MAPUTO

EDILSON JARMINDO BILA

Código: 306304

ENGENHARIA CIVIL

Orientador: Prof. Dr. Ruy Moreira Cravo

Maputo

2017

EDILSON JARMINDO BILA

GESTÃO E APROVEITAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS NA CIDADE
DE MAPUTO

Parecer do Orientador: Professor Doutor Ruy Moreira Cravo, Docente da Universidade Politécnica Apolitécnica, vem na qualidade de orientador do Trabalho de Fim do Curso submetido por Edilson Jarmindo Bila, com o tema: GESTÃO E APROVEITAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS NA CIDADE DE MAPUTO. Assim, o trabalho apresentado pelo candidato reúne a qualidade científica e as condições necessárias para que o aluno seja submetido à prova de defesa para obter o grau de Licenciatura em Engenharia Civil.

O orientador

(Prof. Doutor Ruy Moreira Cravo)

Maputo, aos _____ de _____ 2017

Trabalho de Projecto apresentado à Universidade Politécnica Apolitécnica como parte dos requisitos de graduação e obtenção do grau académico de Licenciado em Engenharia Civil.

Declaração

Eu, Edilson Jarmino Bila, declaro por minha honra que este Trabalho de Fim do Curso é resultado do meu próprio esforço, com o acompanhamento do meu supervisor. Todas as fontes consultadas estão devidamente mencionadas no texto, nas notas e na bibliografia. Esta Monografia não foi submetida antes para obtenção de nenhum grau ou para avaliação em nenhuma outra Universidade.

Autor

(Edilson Jarmino Bila)

Maputo, aos _____ de _____ 2017

Dedicatória

Dedico esta Monografia à minha família, de modo especial ao meu pai Jarmino Nassone Bila, à minha mãe Anastácia Pedro Gumbo, e em memória a minha avó Cecília Maria Domingos Paulo Machambisse.

Agradecimentos

Primeiramente agradeço à Deus pai todo-poderoso, pelo dom da vida, pela saúde, pelas bênçãos e pela força que me deu ao longo de todos estes anos.

Agradeço aos meus pais, pelo amor, pela educação, carinho e incentivo. Agradeço também pelo suporte, pela motivação e por acreditarem sempre em mim. Tudo que sou hoje se deve ao papel dessas figuras que por mim são muito amadas.

Aos meus irmãos, Valter Bila, Edivânia Bila, Shelton Simango, Pérola Simango e Paulo Bila. Aos meus primos, de modo especial Nassone Bila que muito me ajudou com o trabalho, Jaime, Geny, Dulcinea e Cleyton, pela motivação e inspiração.

Aos meus tios, que sempre estiveram do eu lado, me dando muita força e apoio.

Aos meus amigos de infância e colegas da faculdade, por todos momentos bons que me proporcionaram, pela ajuda que sempre me deram e pela disponibilidade imediata em me atender quando fosse necessário.

Ao meu orientador Prof. Doutor Ruy Cravo, pela paciência, pela disponibilidade e pelo suporte que me deu na realização deste trabalho.

Ao chefe da repartição de saneamento do Departamento de Água e Saneamento do CMM, Engenheiro Júlio Mário Quive, pela paciência e pela enorme ajuda na colecta de dados.

O meu muito obrigado a todos vós

Resumo

O presente trabalho de investigação tem como tema: Gestão E Aproveitamento De Águas Residuais Na Cidade De Maputo. A pesquisa tem como problema: Como é Feita a Gestão das Águas Residuais na Cidade de Maputo. O tema é bastante relevante, visto que a cidade de Maputo enfrenta sérios problemas de saneamento e de escassez de água potável. A falta de saneamento básico, aliada a factores socioeconómicos e culturais, é determinante para o surgimento de infecções por parasitas, sendo as crianças o grupo que apresenta maior susceptibilidade às doenças infecto-contagiosas. As águas residuais que não recebem qualquer tipo de tratamento acabam contaminando o solo, os rios, os oceanos e até mesmo mananciais que abastecem as cidades. A existência de um serviço funcional de tratamento de águas residuais permitiria uma enorme disponibilidade de água tratada que pode, por sua vez, ser usada tanto na agricultura bem como na indústria, reduzindo a enorme pressão sobre a água potável. O objectivo geral da pesquisa é: Perceber Como é Feita a Gestão das Águas Residuais na Cidade de Maputo. Os métodos de procedimentos usados serão os métodos comparativos, as técnicas usadas na pesquisa serão de documentação indirecta.

Palavras-chave: Águas Residuais, Tratamento e Reaproveitamento

Abstract

The present research work has as its theme: Management and Use of Wastewater in the Maputo City. The research has as problem: How is the Management of Wastewater in the Maputo City. The subject is very relevant, as the Maputo city faces serious problems of sanitation and shortage of drinking water. The lack of basic sanitation, coupled with socioeconomic and cultural factors, is determinant for the development of parasitic infections, with children being the group that presents the greatest susceptibility to infectious and contagious diseases. The wastewater that does not receive any type of treatment end up contaminating the soil, the rivers, the oceans and even water supplies that supply the cities. The existence of a functional wastewater treatment service would allow for an enormous availability of treated water which can in turn be used in agriculture as well as in industry, reducing the enormous pressure on drinking water. The general objective of the research is to: Understand How Wastewater Management is done in Maputo City. The methods of procedures used will be the comparative method; the technics used in the research will be of indirect documentation.

Keywords: Wastewater, Treatment and Reuse

ÍNDICE

Resumo.....	V
Abstract.....	VI
Índice de Figuras.....	VII
Índice de Tabelas.....	VIII
Lista de Abreviaturas e Símbolos.....	IX
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Breve introdução.....	1
1.2 Problema de Pesquisa.....	2
1.3 Justificativa da Pesquisa.....	2
1.4 Hipóteses da Pesquisa.....	2
1.5 Tese.....	3
1.6 Objectivos da Pesquisa.....	3
1.6.1 Objectivo Geral.....	3
1.6.2 Objectivos Específicos.....	3
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1 Importância da Água.....	4
2.1.2 Distribuição da água no planeta Terra.....	4
2.1.3 Usos múltiplos da água.....	6
2.2 Planeamento e Saneamento.....	8
2.2.1 Urbanização e suas implicações.....	8
2.2.2 Factores que influem no processo de uso-ocupação de determinada área urbana.....	9
2.2.3 Problemas comuns nas cidades.....	10
2.2.4 Meios de controlo.....	11
2.2.5 Controle da poluição de recursos hídricos.....	12
2.3 Drenagem de Águas Residuais.....	13
2.3.1 Generalidades.....	13
2.3.2 Esgoto Público.....	13

2.3.2	Águas Residuais.....	13
2.3.3	Drenagem Predial das Águas Residuais.....	14
2.3.4	Despejos não permitidos nas redes de esgoto.....	14
2.3.5	Drenagem Predial das Águas Residuais Pluviais.....	16
2.4	Tipologia E Constituição Dos Sistemas De Drenagem.....	17
2.4.2	Tipologia dos sistemas.....	18
2.4.3	Constituição dos Sistemas: órgãos acessórios.....	19
2.5	Concepção de Sistemas de Drenagem.....	23
2.5.2	Escolha do Tipo de Sistema: Unitário versus Separativo.....	24
2.6	Traçado em Planta e em Perfil Longitudinal.....	27
2.6.1	Cuidados a ter no traçado em planta.....	27
2.6.2	Cuidados a ter no traçado do perfil longitudinal.....	28
2.6.3	Infra-estruturas subterrâneas.....	29
2.7	Águas Residuais e Suas Características.....	30
2.7.1	Características das águas residuais.....	30
2.7.2	Concentração de microrganismos presentes nas águas residuais.....	31
2.7.3	Esgotos a serem tratados.....	32
2.7.4	Impactos da descarga de águas residuais em meio natural.....	33
2.8	Processos de Tratamento das Águas Residuais.....	35
2.8.1	Fenómenos da depuração de esgotos.....	35
2.8.2	Bactérias aeróbias e anaeróbias.....	36
2.8.3	Tratamentos primários.....	37
2.8.4	Tratamentos secundários.....	37
2.8.5	Tratamentos terciários.....	38
2.8.6	Especificações de qualidade das águas.....	38
2.8.7	Modalidades de lançamento de águas residuais e de tomadas de água.....	39
2.8.8	Localização das estações de tratamento de esgoto.....	39
2.9	Aproveitamento das Águas Residuais Tratadas.....	40
2.9.1	Recuperação de produtos dos esgotos.....	40
2.9.2	A reutilização da água como estratégia de conservação dos recursos hídricos.....	40

2.9.3	Aplicação da reutilização das águas residuais tratadas.....	42
2.9.4	Reutilização de águas residuais tratadas para a rega agrícola.....	43
2.9.4.1	Exposição à contaminação na reutilização de águas residuais para rega agrícola.....	44
2.9.5	Reutilização de águas residuais tratadas para a rega paisagística.....	45
2.9.5.1	Critério de qualidade de águas residuais tratadas utilizadas para rega paisagística.....	45
2.9.6	Reutilização de águas residuais tratadas para a indústria.....	46
2.9.6.1	Critério de qualidade de águas residuais tratadas para uso nas indústrias.....	46
2.9.7	Reutilização de águas residuais tratadas para usos urbanos não potáveis.....	47
2.9.7.1	Critério de qualidade de águas residuais tratadas para usos urbanos não potáveis.....	48
2.10	Aspectos de Saúde Pública da Qualidade das Águas Residuais Tratada.....	49
2.10.1	Indicadores de riscos de contaminação.....	49
2.10.2	Vias de transmissão de patogénicos.....	49
2.10.3	Minimização dos impactes Sanitários.....	50
3.	METODOLOGIA DE PESQUISA.....	52
4.	APRESENTAÇÃO, ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DE DADOS.....	53
4.1	Caracterização do Local da Pesquisa.....	53
4.1.1	Saneamento na cidade de Maputo.....	54
4.1.2	Dados obtidos através de entrevista aos Municípios.....	55
4.1.3	Dados obtidos através de entrevista ao chefe da Repartição de Saneamento do Departamento de Água e Saneamento do CMM.....	58
4.1.4	Dados obtidos através de pesquisa documental no Departamento de Água e Saneamento do CMM.....	60
4.1.5	Análise e interpretação de dados.....	64
5.	CONCLUSÃO.....	67
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	69
7.	GLOSSÁRIO.....	71

Índice de Figuras

Figura 1: Distribuição da água no planeta Terra.....	5
Figura 2: Uso sectorial da água no planeta.....	6
Figura 3: Ecossistema urbano.....	9
Figura 4: Caixa de visita.....	20
Figura 5: Bacia de retenção.....	21
Figura 6: Ciclo de reutilização da água.....	41
Figura 7: Vala de drenagem de águas pluviais, bairro Maxaquene A.....	55
Figura 8: Canalização de águas residuais domésticas para a rua. Bairro Maxaquene B.....	56
Figura 9: Despejo de águas residuais domésticas na vala de drenagem de águas pluviais. Bairro da Mafalala.....	56
Figura 10 Moradores do bairro Maxaquene fazendo limpezas na vala de drenagem.....	57
Figura 11: Sistemas de drenagem da Cidade de Maputo.....	62

Índice de Tabelas

Tabela 1. Grupos de patogénicos mais correntes veiculados pela água e doenças associadas.....	32
Tabela 2 Factores que condicionam o aproveitamento das águas residuais.....	43
Tabela 3 Características de qualidade das águas residuais tratadas que afectam a generalidade das aplicações industriais.....	47

Lista de Abreviaturas e Símbolos

%- Percentagem

ASH- Água Saneamento e Higiene

Av- Avenida

BOD- Biochemical Oxygen Demand

CO₂- Dióxido de Carbono

CMM- Conselho Municipal de Maputo

CQO- Carência Química de Oxigénio

DAS- Departamento de Água e Saneamento

DBO- Demanda Bioquímica de Oxigénio

DNA- Direcção Nacional de Águas

ETAR- Estação de Tratamento de Águas Residuais

HNO₂- ácido nítrico

H₂SO₄- ácido sulfúrico

INE- Instituto Nacional de Estatísticas

Km- Quilómetro

mg/L- Miligrama por Litro

m- Metro

ONU-Organização das Nações Unidas

pH- Potencial Hidrogénio

RGCE- Regulamento Geral de Canalizações de Esgoto

SO₄-Sulfato

1 INTRODUÇÃO

1.1 Breve introdução

Água residual ou esgoto é o termo usado para designar águas que após a sua utilização tem as suas características alteradas. Estas águas surgem do uso comercial, doméstico, industrial e até mesmo de precipitações.

As águas residuais carregam consigo uma grande quantidade de microrganismos patogénicos, que podem causar doenças infecto-contagiosas às pessoas que mantiverem contacto com as mesmas, bem como contaminar o meio ambiente. O despejo destas águas no meio receptor aquático, seja ele rio, mar, ou lago, deve ser feito após um tratamento prévio. Se estas águas forem despejadas sem passar por uma ETAR, os impactos ambientais serão nefastos, como poluição de recursos hídricos, mortandade de animais aquáticos, poluição do solo, poluição de mananciais que abastecem cidades e do meio ambiente. Depois de tratadas, as águas residuais podem ser usadas para diversos fins que não requerem água de tanta qualidade quanto a água potável. As águas residuais tratadas podem ser usadas na agricultura, na indústria, na rega paisagística, bem como em usos urbanos não potáveis. O aproveitamento das águas residuais tratadas para tais actividades reduziria a enorme pressão sobre a água potável, visto que este precioso líquido encontra-se escasso actualmente.

O tema do presente trabalho de pesquisa é Gestão e Aproveitamento de Águas Residuais na Cidade de Maputo. A relevância do tema reside no facto da cidade de Maputo apresentar uma gestão deficiente das águas residuais e pelo facto de não haver um bom aproveitamento das águas residuais tratadas na ETAR do Infulene. A cidade de Maputo enfrenta problemas de escassez de água potável, um plano de reaproveitamento das águas residuais tratadas seria uma mais-valia.

Para que haja um bom aproveitamento das águas residuais tratadas, primeiro deve olhar-se para a questão de manutenção da rede de saneamento. O problema de pesquisa é: Como é feita a gestão das águas residuais na cidade de Maputo? A questão surge com o objectivo de perceber como funciona a rede de saneamento da cidade de Maputo, por onde a rede passa e como os esgotos são geridos nas zonas por onde a rede não passa.

1.2 Problema de Pesquisa

A questão do saneamento de esgotos na cidade de Maputo ainda é crítica, visto que tal deficiência é bem visível. Uma má gestão das águas residuais causa grandes problemas tanto ambientais como de saúde pública. Tendo em conta os aspectos levantados, surge a seguinte pergunta:

- Como é Feita a Gestão das Águas Residuais na Cidade de Maputo?

1.3 Justificativa da Pesquisa

- Uma rede de saneamento ineficaz pode perigar a saúde pública;
- Actualmente verifica-se uma grande escassez de água potável na zona sul do país;
- A região metropolitana de Maputo enfrenta sérios problemas de saneamento;
- Os serviços de saneamento básico são considerados essenciais, é a partir deles que se podem promover as condições mínimas de desenvolvimento social;
- Se as águas residuais forem despejadas sem o devido tratamento, poderão poluir o meio ambiente;
- Através dessa pesquisa, ficaremos sabendo como funciona a rede de saneamento da cidade de Maputo.

1.4 Hipóteses da Pesquisa

- Pode ser que a rede de esgotos da cidade de Maputo não tenha um plano de manutenção periódico e preventivo;
- Não há um pleno aproveitamento das enormes quantidades de água residuais produzidas na cidade;
- Será que as águas residuais reaproveitadas para a agricultura no vale de Infulene perigam a saúde pública?

- Será que a rede de saneamento da cidade de Maputo satisfaz os requisitos básicos de uma rede de saneamento?

1.5 Tese

- A Rede de Saneamento da cidade de Maputo não é eficaz, porque há falta de um plano de manutenção.

1.6 Objectivos da Pesquisa

1.6.1 Objectivo geral

- Perceber como é feita a gestão das águas residuais na cidade de Maputo.

1.6.2 Objectivos específicos

- Analisar o projecto da rede de saneamento da cidade de Maputo;
- Conhecer o funcionamento da rede;
- Identificar o tipo de sistema usado;
- Saber qual é a capacidade máxima de escoamento que a rede de saneamento suporta;
- Comparar os dados populacionais do tempo da concepção da rede com os dados da população actual;

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Importância da Água

2.1.1 Generalidades

De acordo com CARVALHO (2007:3), a água é um recurso natural indispensável para a sobrevivência do homem e demais seres vivos no Planeta. É importante para as formações hídricas atmosféricas, influenciando o clima das regiões. No caso do homem, é responsável por aproximadamente $\frac{3}{4}$ da sua constituição. Infelizmente, este recurso natural encontra-se cada vez mais limitado e está sendo exaurido pelas acções impactantes nas bacias hidrográficas (acções do Homem), degradando a sua qualidade e prejudicando os ecossistemas.

A carência de água pode ser para muitos países, um dos factores limitantes para o desenvolvimento. Alguns países como Israel, Territórios Palestinos, Jordânia, Líbia, Malta e Tunísia a escassez de água já atingiram níveis muito perigosos: existem apenas 500 m^3 . Habitante⁻¹.ano⁻¹, enquanto estima-se que a necessidade mínima de uma pessoa seja 2000 m^3 .habitante⁻¹.ano⁻¹. Actualmente a falta de água atinge severamente muitos países, além dos já citados estão nesta situação: Arábia Saudita, Iraque, Kuwait, Egipto, Argélia, Burundi, Omã, Singapura, Tailândia, Barbados, Hungria, Bélgica, México e outros.

2.1.2 Distribuição da água no planeta Terra

A ideia que a grande maioria das pessoas possui com relação à água é que esta é infinitamente abundante e sua renovação é natural. No entanto, ocupando 71% da superfície do planeta, sabe-se que 97,3% deste total constituem-se de águas salgadas, 2,7% são doces. Do total da água doce, 2,07% estão congeladas em geleiras e calotas polares (água em estado sólido) e, apenas 0,63% resta de água doce não totalmente aproveitada por questões de inviabilidade técnica, económica, financeira e de sustentabilidade ambiental. (fig.1)

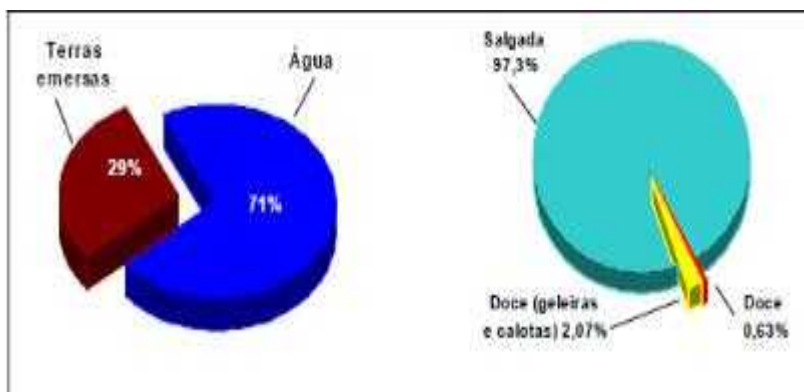


Figura 1: Distribuição da água no planeta Terra.

Fonte (<http://s3.amazonaws.com/magoo/ABAAAAMGAA-2.jpg>)

CARVALHO (2007:4), refere que em escala global, estima-se que 1,386 bilhões de km^3 de água estejam disponíveis, porém, a parte de água doce econômica de fácil aproveitamento para satisfazer as necessidades humanas, é de aproximadamente 14 mil $\text{km}^3 \cdot \text{ano}^{-1}$ (0,001%). Desde o início da história da humanidade, a demanda de água é cada vez maior e as tendências das últimas décadas são de excepcional incremento devido ao aumento populacional e elevação do nível de vida. A estimativa actual da população mundial é de 6 bilhões. Um número três vezes maior do que em 1950, porém enquanto a população mundial triplicou o consumo da água aumentou em seis vezes.

A Organização das Nações Unidas, ONU, prevê que, se o descaso com os recursos hídricos continuar, metade da população mundial não terá acesso à água limpa a partir de 2025. Hoje este problema já afecta cerca de 20% da população do planeta - mais de 1 bilhão de pessoas. Mantendo-se as taxas de consumo e considerando um crescimento populacional à razão geométrica de 1,6% a.a., o esgotamento da potencialidade de recursos hídricos precisam ser ampliados e, para tanto, são necessários investimentos em pesquisa e desenvolvimento tecnológico para exploração viável e racional da água.

O sector agrícola é o maior consumidor de água. Ao nível mundial a agricultura consome cerca de 70% de toda a água derivada das fontes (rios, lagos e aquíferos subterrâneos), e os outros 30% pelas indústrias e uso doméstico. Sendo este um elemento essencial ao desenvolvimento agrícola, sem o controle e a administração adequados e confiáveis não será possível uma agricultura sustentável.(fig. 2)

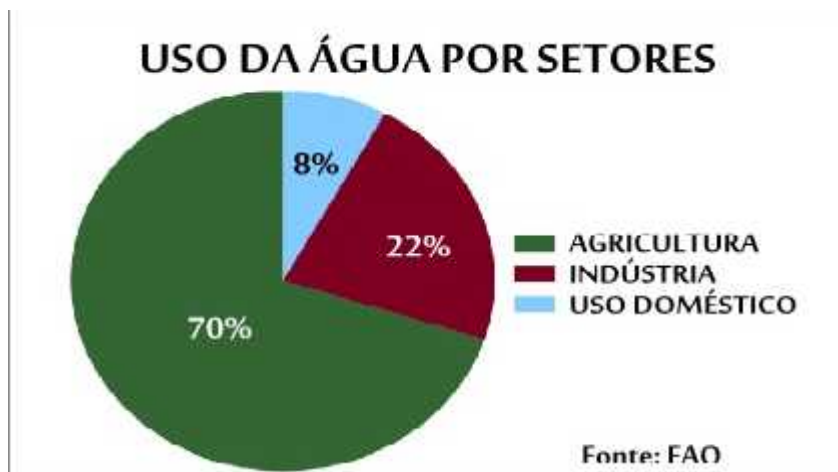


Figura 2: Uso sectorial da água no planeta

Fonte (<http://wwwwebah.com.br/content/ABAAAAMGAAK/hidrologia-lei-das-aguas?part=2>)

2.1.3 Usos múltiplos da água

Sobre o uso da água, GUIMARÃES (2007) salienta que o abastecimento doméstico, abastecimento industrial, irrigação e possivelmente dessedentação de animais implicam na retirada significativa de água das fontes onde se encontram (uso consuntivo). Os demais usos são considerados não consuntivos, em função da não retirada do recurso do meio original. Estima-se que ao nível mundial, no ano de 2020, os índices de consumo de água para a produção agrícola sejam mais elevados na América do Sul, África e Austrália. Pode-se prever um maior incremento na produção agrícola no hemisfério sul, especialmente pela possibilidade de elevação da intensidade de uso do solo, que sob a irrigação, produz até três cultivos por ano.

A expansão da agricultura irrigada se tornará uma questão preocupante devido ao elevado consumo e as restrições de disponibilidade de água. Avaliando a necessidade de água dos cultivos, em termos médios, é possível verificar que para produzir uma tonelada de grão são utilizadas mil toneladas de água, sem considerar a ineficiência dos métodos e sistemas de irrigação e o manejo inadequado desta. Avaliações de projectos de irrigação no mundo inteiro indicam que mais de metade da água derivada para irrigação perde-se antes de alcançar a zona radicular dos cultivos.

Um outro facto preocupante é a velocidade de degradação dos recursos hídricos, com o despejo de resíduos domésticos e industriais nos rios e lagos. As consequências da baixa

qualidade dos recursos hídricos remetem à humanidade perdas irreparáveis de vidas e também grandes prejuízos financeiros. No mundo 10 milhões de pessoas morrem anualmente de doenças transmitidas por meio de águas poluídas: tifo, malária, cólera, infecções diarreicas e esquistossomose. A qualidade da água pode ser alterada com medidas básicas de educação e a implementação de uma legislação adequada.

LOBO (2003:41), afirma que ‘o saneamento básico é de fundamental importância para a preservação dos recursos hídricos. Pois cada um litro de esgoto inutiliza 10litros de água limpa’

2.2 Planeamento e Saneamento

2.2.1 Urbanização e suas implicações

A população mundial cresceu muito rapidamente nas últimas décadas, tendo ocorrido uma grande concentração de pessoas nas áreas urbanas. A grande aglomeração de pessoas nas cidades, quando essas não disponibilizam infra-estruturas suficientes para a população, gera uma série de dificuldades de ordem ambiental e social.

Segundo TUCCI (2002:33), à medida que a cidade se urbaniza ocorrem, em geral os seguintes impactos:

- Aumento das vazões médias de cheias (em até 7 vezes), devido ao aumento da capacidade de escoamento através de condutos e canais, e impermeabilização das superfícies;
- Aumento da produção de sedimentos devido a desprotecção das superfícies e a produção de resíduos sólidos;
- Deterioração da qualidade da água superficial e subterrânea, devido a lavagem das ruas, ao transporte de material sólido, às ligações clandestinas de esgoto cloacal e pluvial, e a contaminação directa dos aquíferos;
- Pela forma desorganizada como a infra-estrutura urbana é implantada, como:
 - a) Pontes e taludes de estradas que obstruem o escoamento,
 - b) Redução da secção do escoamento com aterros;
 - c) Deposição e obstrução de rios, canais e condutos, com lixos e sedimentos;
 - d) Projecto e execução inadequados de obras de drenagem.

Nas cidades, principalmente nas de maior porte, as acções do homem ocorrem de forma intensa e rápida, provocando modificações, muitas vezes, irreversíveis, com prejuízos para o ambiente próprio. MOTA (2003:28) entende cidade como um ecossistema – ‘o ecossistema urbano’ – com necessidades biológicas, essenciais à sobrevivência da população, e requisitos culturais, necessários ao funcionamento e crescimento da cidade. (Fig 3)

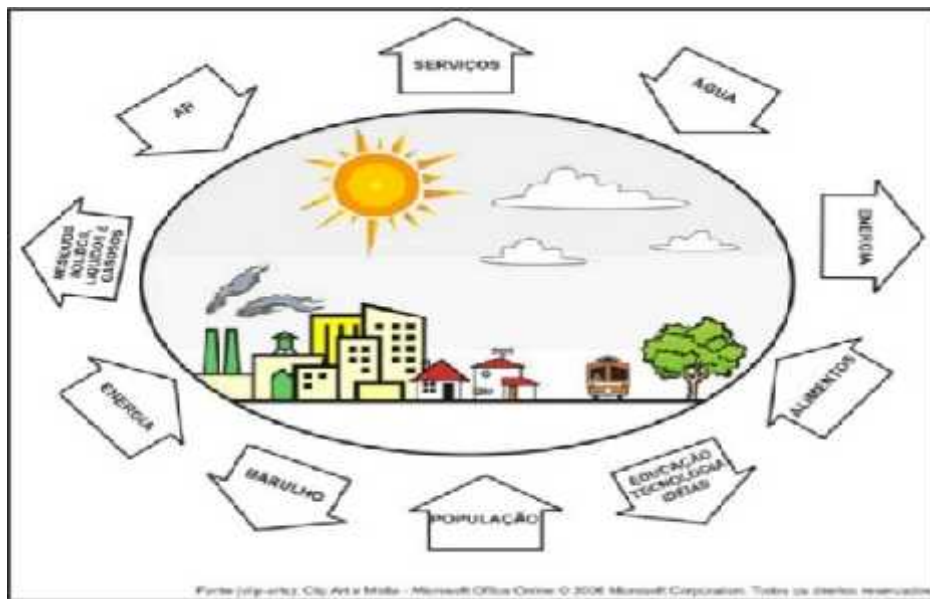


Figura 3: Ecosistema urbano

Fonte (Mota 2003)

A Organização Mundial da Saúde, em 1965, no seu boletim número 297, da série de Relatórios Técnicos, preconizava que, as normas de planeamento físico mais válidas são as que se apoiam em normas sanitárias e que consideram, portanto, os problemas de saneamento. São essenciais, uma maior cooperação e uma coordenação em uma escala muito mais ampla entre planeadores e profissionais de saúde ambiental. Desde que o objectivo de ambos seja o de melhorar a saúde e bem-estar das pessoas, é de particular significância que os dois ponham maior ênfase na prevenção do que na cura.

2.2.2 Factores que influem no processo de uso-ocupação de determinada área urbana

De acordo com MOTA (2003;142), a existência, ou não, de sistemas de abastecimento de água e esgoto influi consideravelmente no processo de uso-ocupação de determinada área urbana. Por isto, quando se vai planear uma cidade, ou parte desta, deve-se, em primeiro lugar, levantar os serviços de água e esgoto disponíveis. A partir daí, deverão ser definidos os melhores usos para cada zona da cidade.

Infelizmente, nem sempre isto é feito, e os problemas ambientais resultantes são inúmeros. Pensando-se em termos de uma habitação unifamiliar, os problemas são mínimos, podendo-se, quase sempre resolvê-los através de soluções individuais tipo poço e fossa.

Porém, a medida que o terreno é ocupado por mais famílias - habitações multifamiliares, as soluções individuais, principalmente para o esgoto, tornam-se impraticáveis, pois seriam necessárias áreas de terreno muito grande para receber efluentes de fossas.

Segundo MOTA (2003:144), o problema agrava-se ainda mais com relação aos prédios de uso colectivo ou industriais, pois as contribuições de esgoto são ainda maiores. Assim sendo, a definição para o uso do solo para uma cidade deve ser feita em função da infra-estrutura sanitária existente ou projectada, observando-se as capacidades de absorção dos consumos adicionais de água e de contribuições a mais de esgotos.

Como factores limitantes desta capacidade de absorção, podem ser citados:

- Volume de água disponível no manancial de abastecimento;
- Capacidade da estação de tratamento de água, existente ou prevista para o futuro;
- Dimensões das outras partes componentes do sistema de abastecimento de água – adutoras, reservatórios, redes de distribuição, actuais e futuras;
- Dimensões da rede colectora de esgoto, existente e projectada;
- Capacidade da estação de tratamento de esgoto, actual e futura;
- Capacidade do corpo de água receptor de receber carga adicional de efluente tratado.

2.2.3 Problemas comuns nas cidades

A não observância desta capacidade das estruturas sanitárias, de absorção dos consumos adicionais de água e de contribuições a mais de esgotos, tem resultado em inúmeros problemas muito comuns nas cidades, como:

- Sistemas de fossas /sumidouros causando a poluição do solo e da água;
- Fornecimento de água em quantidade insuficiente, em determinadas áreas;
- Estações de tratamento de esgoto funcionando com baixa eficiência;
- Lançamento indevido de águas residuais em galerias pluviais, reservatórios e cursos de água, ou no oceano;
- Indústrias sem condições de funcionamento, devido à escassez de água ou à inexistência de um sistema colector de esgoto.

2.2.4 Meios de controlo

MOTA (2003:145), afirma que muitos destes problemas podem ser evitados, orientando-se o uso-ocupação do solo em função da capacidade da área de fornecer água e receber esgotos. Este controlo só pode ser feito através de:

- Definição de uso-ocupação do solo adequado à área;
- Definição de densidades compatíveis com a infra-estrutura existente ou projectada;
- Adopção de soluções individuais, temporárias ou permanentes, mas levando em consideração os aspectos ambientais pertinentes. Um exemplo disto é a definição de lotes mínimos em função da capacidade do solo de receber esgotos a partir de sistemas fossas/sumidouros.

A localização de uma zona industrial deverá considerar as facilidades de fornecimento de água às fábricas e os meios para afastamento dos resíduos líquidos. Prédios de habitação multifamiliar, de determinado porte, devem ser proibidos em áreas onde não existe rede colectora de esgotos e é impossível, sob o aspecto pratico, a absorção do líquido no solo. Mesmo as habitações unifamiliares devem ser restritas às áreas onde, não existindo sistema de esgoto, as condições de solo e de lençol freático não sejam favoráveis às soluções individuais.

Um planeamento do uso do solo que considere todos estes aspectos, por certo minimizará os problemas de poluição dos recursos hídricos em áreas urbanas. A implantação de infra-estrutura sanitária pode ser usada, também como um factor favorecedor ou não do desenvolvimento da cidade em determinadas áreas. Em zonas da cidade onde não há interesse de que seja precedida a urbanização, pode-se não projectar e executar os serviços de saneamento, como meio de dificultar o seu desenvolvimento. Áreas de difícil obtenção de água, por exemplo, podem permanecer não ocupadas, se não forem servidas por uma rede pública.

Sobre o uso-ocupação do solo, MOTA (2003:171) refere que ‘este deve ser feito em função da infra-estrutura sanitária existente ou projectada, bem como que se deve projectar os serviços de saneamento para as densidades populacionais previstas ou desejáveis para determinada área’.

2.2.5 Controle da poluição de recursos hídricos

No que diz respeito ao controle da poluição de recursos hídricos, MOTA (2003:172) refere que a qualidade da água de reservatórios e de cursos de água depende directamente do uso do solo da bacia hidrográfica onde se situam. A produção de resíduos líquidos, a partir das actividades humanas em uma área urbana, é uma consequência dos tipos de usos do solo que ocorrem na mesma. Assim podem ser geradas águas residuais domésticas e industriais; águas de escoamento sobre a superfície do terreno; líquidos percolados a partir de resíduos depositados no solo; águas poluídas que se infiltram no terreno, entre outros.

Estes líquidos, alcançando colecções superficiais de água, podem causar a sua poluição, com reflexos sobre o homem e outras formas de vida. O controlo através do disciplinamento do uso do solo é o mais eficiente. Pode-se orientar uso-ocupação da bacia hidrográfica, de forma a minimizar a produção e deslocamento de líquidos poluídos, para os recursos hídricos superficiais. Deve-se ressaltar que outras medidas também são indispensáveis, tais como a construção de sistemas colectores e de tratamento de esgotos domésticos e industriais.

2.3 Drenagem de Águas Residuais

2.3.1 Generalidades

A drenagem de águas residuais é composta por rede colectores de drenagem de águas residuais, conjunto das canalizações e acessórios que asseguram o transporte das águas residuais para as ETAR ou para destino final. O dimensionamento hidráulico-sanitário de colectores gravíticos deverá ser efectuado de acordo com os critérios dispostos no Regulamento dos Sistemas Públicos de Distribuição de Águas Residuais (Decreto nº 30/2003, de 1 de Julho da República de Moçambique).

2.3.2 Esgoto público

De acordo com HALL (1997: 190), esgoto público é uma canalização pertencente a uma autoridade pública, sendo a sua manutenção da responsabilidade dessa autoridade pública. Os canos estão fora dos limites particulares, usualmente por baixo das ruas. É dever das autoridades públicas proporcionar os esgotos públicos e promover o tratamento e evacuação dos produtos de esgoto.

2.3.3 Águas Residuais

O Boletim da República nº 26. I Série. Lei nº 30/2003 Anexo 8, refere que águas residuais são águas resultantes da actividade humana com origem na necessidade de transportar resíduos domésticos, comerciais e industriais e outros e na utilização de água para fins higiénicos, recreativos e outros ou resultantes de ocorrências de precipitação.

De acordo com LOBO (2003: 31), o abastecimento de água sempre foi uma emergência para as populações urbanas, mas quando esse abastecimento passa a existir, provoca um aumento no volume de esgoto produzido: uma família que se abastece por um poço sem bomba, quando despende grande esforço para dispor de água, tem um consumo muito menor do que outra que tem a água disponível na torneira. No primeiro caso, o esgoto resultante de um consumo mínimo de água também era mínimo e soluções domiciliares, de disposição local, eram capazes de resolver o problema.

Entretanto, a ampliação da oferta de água a domicílio, sem restrições, torna a produção de esgoto muito maior, demandando soluções complexas que fogem do alcance de cada família, ainda assim, a demanda por serviços de esgotamento sanitário, colecta de lixo e drenagem urbana perdem força, por serem menos importantes do que levar água para quem não dispõe desses serviços e que exige atendimento para poder sobreviver nas cidades.

Diferentemente do que em relação ao abastecimento de água, para esgoto a população encontra alternativas que, num primeiro momento, não comprometem inteiramente a sua qualidade de vida: os rejeitos correm pelas ruas, infiltram-se no próprio terreno, são lançados no rio ou no sistema de drenagem. Com o passar do tempo, essas soluções se tornam inviáveis porque, ao aumentar as concentrações humanas, o volume de esgoto é aumentado proporcionalmente e já não desaparece facilmente.

2.3.4 Drenagem Predial das Águas Residuais

Segundo PEDROSO (2008:211), a drenagem predial das águas residuais domésticas é normalmente obtida através de ramal de ligação, que estabelece a conexão entre a câmara de ramal de ligação e o colector público. Nas situações de inexistência de sistema público de drenagem, o que só é de admitir excepcionalmente, caso se trate de pequenos aglomerados populacionais ou habitações isoladas, poder-se-á recorrer a criação de sistemas simplificados de drenagem, como fossas sépticas seguidas de sistemas complementares de tratamento, tendo em conta os aspectos inerentes à salvaguarda da saúde pública, fundamentalmente no que se refere a não-contaminação das linhas de água e dos lençóis freáticos.

Independentemente do tipo de sistema de drenagem público ou da sua inexistência, a montante das câmaras de ramal de ligação, os sistemas prediais de drenagem de águas residuais domésticas e pluviais têm de ser separativos, fazendo-se a sua ligação ao sistema público de drenagem através de um ou dois ramais de ligação, assim se trate de sistema público de tipo separativo ou unitário. Na inexistência de sistema público de drenagem, apenas deverão ser conduzidas para os sistemas simplificados de drenagem de águas residuais domésticas.

2.3.5 Despejos não permitidos nas redes de esgoto

Segundo PEDROSO (2008:212), Nos sistemas de drenagem pública de águas residuais não são permitidos lançamentos das matérias e materiais a seguir discriminados:

- Matérias explosivas ou inflamáveis;
- Matérias radioactivas, em concentrações consideradas inaceitáveis pelas competentes entidades;
- Efluentes de laboratórios ou instalações hospitalares que, pela sua constituição, possam pôr em causa a saúde pública.
- Entulhos, areias ou cinzas;
- Efluentes a temperaturas superiores a 30 °C;
- Lamas provenientes de fossas sépticas, gorduras ou óleos provenientes de câmaras de retenção;
- Substâncias que por sua natureza interfiram nos processos de depuração da estação de tratamento de esgotos;
- Efluentes de unidades industriais que contenham matérias interditas regulamentarmente.

A drenagem predial deverá ser obtida por um dos processos seguidamente enumerados, em função dos níveis altimétricos de recolha das águas residuais domésticas relativamente ao nível do arruamento em que o colector público de drenagem está instalado.

a) **Drenagem gravítica**

PEDROSO (2008:212) salienta que, nas situações em que as águas residuais domésticas são recolhidas ao nível do arruamento em que se encontra instalado o colector público de drenagem, ou ao nível superior, a sua condução até este terá de ser feita única e exclusivamente por acção da gravidade.

b) **Drenagem com elevação**

PEDROSO (2008:212) refere que, sempre que a recolha das águas residuais domésticas se processe a um nível inferior ao do arruamento em que está instalado o colector público de drenagem, estas deverão ser elevadas por meios mecânicos para um nível no mínimo complanar com o do arruamento, a partir do qual e por gravidade deverão ser conduzidas para sistema público de drenagem.

Este requisito pretende obviar às consequências que adviriam do funcionamento em carga do colector público de drenagem, que traduziriam no eventual alagamento dos pisos da edificação localizados a nível inferior ao do arruamento.

2.3.6 Drenagem Predial das Águas Residuais Pluviais

Sobre a drenagem predial das águas residuais pluviais, PEDROSO (2008:347) diz que é normalmente obtida através de ramal de ligação, que estabelece a comunicação entre a câmara de ramal de ligação e o colector público, ou através de valetas de arruamento. Independentemente do tipo de sistema de drenagem público ou da sua inexistência, a montante da câmara de ramal de ligação os sistemas de drenagem de águas residuais domésticas e pluviais têm de ser separativos, fazendo-se a sua ligação à rede pública de drenagem através de um ou mais ramais de ligação, assim se trate de rede pública do tipo separativo ou unitário. No caso de inexistência de rede pública de drenagem, as águas residuais pluviais não deverão em caso algum ser conduzidas para eventuais sistemas simplificados de tratamento de águas residuais existentes.

Nos sistemas de drenagem pública de águas residuais pluviais são apenas permitidos lançamentos de águas residuais a seguir discriminados:

- Provenientes da chuva;
- Provenientes da rega de jardins, lavagem de arruamentos, pátios e parques de estacionamento;
- Provenientes de circuitos de refrigeração e instalação de aquecimento;
- Provenientes de piscinas e depósitos de armazenamento de água;
- Provenientes da drenagem do subsolo.

2.4 Tipologia E Constituição Dos Sistemas De Drenagem

2.4.1 Generalidades

SOUSA (2008:326) refere que, a água após ser distribuída, é utilizada para os diversos fins, nomeadamente para usos domésticos, comerciais, industriais e municipais (higiene urbana e rega de zonas verdes). Estes usos modificam, em maior ou menor extensão, as características físicas, químicas e biológicas da água e transformam-nas em águas residuais impróprias para a reutilização directa, sendo indispensável o seu afastamento do loteamento urbano (drenagem) e tratamento (depuração), a fim de evitar riscos para a saúde pública e prejuízos à comodidade das populações e à ecologia aquática dos meios receptores (destino final).

Além dos problemas acabados de referir relativos às águas residuais comunitárias, torna-se necessário dominar o escoamento das chamadas águas pluviais, sendo interessante referir, e contrariamente ao que se poderia supor, que as primeiras redes de drenagem foram construídas exactamente para drenar este tipo de águas residuais. O desenvolvimento industrial, com a conseqüente concentração populacional, nas grandes cidades, levou a que só no século XIX tivesse sido autorizada a ligação das águas residuais domésticas às redes de drenagem pluviais existentes, o que agravou enormemente os riscos potenciais de transmissão de doenças de origem hídrica devidos às condições precárias daquelas redes.

Já no século XX, a depuração de águas residuais passou a constituir uma necessidade imperiosa em certos casos e foram inseridas as estações de tratamento nos sistemas existentes. Mais tarde, reconhecidas que foram as vantagens de separar as águas pluviais das restantes (refira-se a grande desproporção de caudais normalmente existente entre os dois tipos de águas residuais), foram introduzidos os sistemas de drenagem com a concepção actual, inclusivamente sujeitando as águas residuais industriais a pré-tratamentos antes do seu lançamento nas redes públicas de colectores, tal que de uma forma apropriada as águas residuais possam ser conduzidas nas redes de drenagem e depuradas em estações de tratamento convencionais.

2.4.2 Tipologia dos sistemas:

SOUSA (2008:327) refere que, os sistemas de drenagem de águas residuais, ou em termos objectivos as redes de drenagem, podem classificar-se em separativas, unitárias e pseudo-separativas, consoante recolhem e drenam a totalidade das águas residuais ou pluviais a afastar das zonas urbanizadas ou apenas em parte delas.

a) Sistemas separativos

Assim designam-se por sistemas (ou redes de drenagem) separativos de águas residuais comunitárias as que drenam apenas as águas domésticas, comerciais e industriais, estas últimas com a exigência de só poderem ser conduzidas pela rede se não provocarem danos aos colectores e outros órgãos do sistema, nomeadamente o funcionamento das estações de tratamento. Do modo idêntico, os sistemas (ou redes de drenagem) separativos de águas pluviais são os que recolhem e drenam apenas as águas pluviais e municipais.

b) Sistemas unitários

Os sistemas (ou redes de drenagem) unitários são os que drenam as águas residuais domésticas, comerciais, industriais, municipais e pluviais numa única rede de colectores. Em geral, a rede de drenagem está equipada com descarregadores de tempestade para que os caudais em excesso, quando se verificam maiores precipitações, possam ser descarregados numa linha de água próxima, dada a incapacidade dos órgãos do sistema, em particular dos emissários para a estação de tratamento.

c) Sistemas pseudo-separativos

De acordo com MACNTYRE (1996:136), sistema pseudo-separativo ou sistema misto é o sistema no qual as águas de esgoto têm canalizações próprias, mas estes condutores estão instalados dentro das galerias de águas pluviais, a rede de esgotos recebe apenas uma parte das águas pluviais: as que caem nos telhados e pátios.

A escolha de um ou de outro tipo de sistema é condicionada por diversos factores técnicos e económicos, sendo importante salientar que em certas circunstâncias se podem admitir soluções técnicas mistas que poderão compreender uma parte em sistema unitário e uma outra em sistema separativo de águas residuais comunitárias e pluviais.

2.4.3 Constituição dos Sistemas: órgãos acessórios

Sobre a constituição dos sistemas de drenagem, SOUSA (2008:329) diz que, as componentes dos sistemas de drenagem de águas residuais e pluviais podem ser divididas em três grandes grupos: a rede de colectores, as instalações elevatórias e um conjunto de órgãos acessórios, os quais se destinam a assegurar um adequado funcionamento do sistema, nas condições definidas no projecto, e que permitem, além disso, proceder às necessárias operações de exploração e de manutenção. O objectivo deste parágrafo é o de dar uma perspectiva global dos tipos de órgãos acessórios, nomeadamente os seguintes:

- Caixas de visita e de queda, ligações domiciliárias e dispositivos de lavagem;
- Sarjetas e sumidouros, bacias de retenção e câmaras de retenção;
- Descarregadores de tempestade, de transferência e de segurança;
- Dispositivos de saída de caudal e outras obras especiais.

a) Caixas de visita e de queda

Segundo SILVA (2008:329), as caixas de visita são os órgãos mais numerosos e correntes em sistemas de drenagem, permitindo a inspecção e a limpeza dos colectores, a remoção de obstruções, a verificação das condições e das características do escoamento e a amostragem da qualidade das águas residuais.

Sempre que numa rede de colectores se verifique uma mudança de direcção, de inclinação ou de secção, assim como nos pontos de cruzamento e inserção dos colectores, terá de se prever a localização de uma caixa de visita ou, no caso de existir um grande desnível, de uma caixa de queda. As caixas de visita, em alinhamentos rectos, localizam-se de tal forma que o afastamento máximo entre duas caixas consecutivas não ultrapasse um comprimento de 60m, para colectores não visitáveis, e entre 100 a 120 m, no caso contrário. Porém, o Regulamento Geral de Canalizações de Esgoto (RGCE) prevê que, “ em casos especiais de colectores de grande diâmetro, aquele afastamento máximo possa ser aumentado para 300 m.



Figura 4: Caixa de visita

Fonte (<http://www.fazfacil.com.br/reforma-construcao/calcular-capacidade-das-caixas/2/>)

b) Ligações domiciliárias

De acordo com SILVA (2008:330), as águas pluviais dos edifícios são conduzidas, por rede apropriada, às vias adjacentes e daí seguem para colectores directamente ou através de sarjetas ou sumidouros.

As águas residuais comunitárias convergem no chamado ramal de ligação, após serem colectadas por redes de drenagem interiores nos edifícios. A ligação propriamente dita ao colector, que deve ser feita por meio de forquilhas simples, e a ventilação das redes, através das condutas de ventilação dos edifícios, com ligação na câmara sifónica de saída.

c) Dispositivos de lavagem

De acordo com SILVA (2008:330), estes dispositivos destinam-se à limpeza dos colectores quando não possam ser garantidas as condições de auto-limpeza. Esta situação regista-se, em geral, nos troços de montante das redes unitárias ou separativas de águas residuais comunitárias.

Quando se verificar a necessidade de proceder a uma limpeza periódica dos colectores, a forma mais adequada de o fazer é lançar uma corrente de varrer através de uma

caixa de visita, ou mediante o uso de uma mangueira ligada em cada operação à boca-de-incêndio ou rega mais próxima, ou constituindo uma câmara especial para esse fim, órgão acessório usualmente designado por câmara de corrente de varrer.

d) Sarjetas e Sumidouros

Segundo SILVA (2008:331), as sarjetas e os sumidouros são órgãos acessórios que garantem o acesso dos caudais pluviais a drenar às redes unitárias e separativas de águas pluviais. Este facto obriga a dimensionar e localizar muito cuidadosamente estes órgãos, pois, se a capacidade de escoamento e o número de sarjetas forem insuficientes, os colectores nunca chegam a funcionar a plena carga, o que não é eficiente.

Em caso de redes unitárias é conveniente prever uma vedação hidráulica nas sarjetas ou sumidouros que impeça a saída dos gases da rede para o exterior. Estes órgãos são designados por sarjetas sifonadas e que podem ser dos tipos normalizados. As sarjetas podem, ainda, ter ou não pequenas câmaras de retenção, ou desarenadores, no fundo das caixas de recepção das águas pluviais.

e) Bacias de Retenção

Segundo SILVA (2008:331), as bacias de retenção se destinam a reduzir os caudais de ponta das águas pluviais, através do armazenamento por um período de tempo limitado, de um certo volume destas águas pluviais, o qual é rejeitado na rede de drenagem após a passagem da onda de cheias.



Figura 5: Bacia de retenção - Fonte (www.cm-guimaraes.pt)

f) Descarregadores de tempestade, de transferência e de segurança

SILVA (2008:332), refere que de entre os órgãos de saída de águas residuais ou pluviais das redes de drenagem, para além das estações de tratamento ou de saída final para o meio receptor, salientam-se três tipos consoante as suas finalidades:

- Se se destinam a desviar caudais em excesso, em redes unitárias ou separativas de águas pluviais, designam-se por descarregadores de tempestade;
- Se o seu objectivo é a transferência de caudais de um colector para outro menos sobrecarregado ou de maior capacidade, denominam-se descarregadores de transferência;
- Se são construídas para efeitos de segurança a montante de estações de tratamento, de instalações elevatórias ou de outros órgãos, designam-se por descarregadores de segurança, podendo funcionar como descarregadores de superfície ou como descargas de fundo.

g) Dispositivos de saída de caudal e outras obras especiais

Neste âmbito podem considerar-se os sifões invertidos, as obras de junção e transição entre colectores de grandes dimensões, as bocas de entrada de águas pluviais provenientes de terrenos não urbanizados, as bacias de dissipação de energia hidráulica, dispositivos de regulação de nível, portas de maré.

2.5 Concepção de Sistemas de Drenagem

2.5.1 Considerações de âmbito geral

Ao falar da concepção de um sistema de drenagem, SILVA (2008:333) afirma que este sistema compreende várias fases, cuja sistematização pode ser feita como a seguir se indica:

- Inquérito sobre os condicionalismos locais do projecto sobre a área urbanizada coberta pelo projecto;
- Escolha do tipo de sistema de drenagem mais adequado e do modo como se irá processar o tratamento das águas residuais ou o seu destino final, assim como das componentes do sistema;
- Análise de soluções alternativas viáveis a fim de encontrar uma situação de compromisso que permita resolver os principais problemas existentes;
- Dimensionamento de todas as tubagens (vulgarmente chamadas colectores), em diâmetro e inclinação, e, de um modo geral, de todas as outras componentes de sistema correspondente ao traçado escolhido, para os caudais de projecto.

No que respeita aos condicionalismos locais do projecto, SILVA (2008:334) refere que o engenheiro deve sempre, com extremo cuidado, em estreita ligação com os responsáveis pela exploração dos sistemas de saneamento básico (câmaras municipais, serviços municipalizados e outros), fazer uma análise que lhe permita:

- Inventariar os projectos de execução de novos sistemas, de remodelação ou ampliação dos já existentes ou de estações de tratamento;
- Conhecer as evoluções previsíveis em termos de ocupação urbanística (“habitat”, comércio, indústria, equipamentos sociais, etc.), que possibilitem estimar os caudais de água residuais e a carga orgânica transportada;
- Inquirir sobre as particularidades técnicas locais (tais como modo de exploração dos sistemas, ramais de ligação, etc.) e geográficas (regime de precipitações, geologia, etc.).

A análise anterior deve contemplar as zonas a montante e a jusante da área coberta pelo projecto, uma vez que certas decisões de ordem técnica poderão estar condicionadas por informação obtida nessa análise.

Em conformidade com SILVA (2008:334), interessa ainda, averiguar da existência de emissários (naturais ou artificiais), assim como os caudais máximos admissíveis e a correspondente carga orgânica que a eles possa afluir, uma vez que esses emissários poderão estar ligados a estações de tratamento existentes ou previstas. O conhecimento da natureza do terreno da zona em estudo e, em particular, do nível freático e dos riscos potências de contaminação das águas subterrâneas devem constituir aspectos de análise na concepção de um sistema de drenagem de águas residuais comunitárias e águas pluviais.

Um outro aspecto de grande importância deverá ser a análise de existência, a montante da área em estudo, de futuros planos de urbanização ou de expansão do próprio loteamento urbano e cujas águas residuais comunitárias e pluviais venham a ser drenadas através do sistema em estudo. Este aspecto poderá apresentar-se de certa relevância para os sistemas de drenagem pluviais, dadas as alterações que sofrem as características de escoamentos a partir do momento em que é urbanizada uma dada área (aumento significativo das áreas impermeáveis). Em conformidade com LEME (1982: 53), a concepção do sistema em estudo deve ser feita de forma que a “passagem”, presente ou futura, se possa verificar nas melhores condições. Assim, poderão ser encaradas medidas tais como sobredimensionamentos dos colectores, a criação a montante do sistema em estudo de bacias de retenção, no caso das águas pluviais, a possibilidade de duplicação futura dos colectores. Refira-se, no entanto, que o sobredimensionamento de uma rede de drenagem pode levar, por um lado, a que, num período transitório, o seu funcionamento se dê em condições precárias (existência de condições de auto-limpeza, por exemplo) e, por outro, se incorram em investimentos e encargos financeiros desnecessários.

2.5.2 Escolha do Tipo de Sistema: Unitário versus Separativo

Como já se referiu anteriormente, os tipos de sistema de drenagem de águas residuais comunitárias e águas pluviais podem agrupar-se como a seguir se indica:

- Unitários;
- Separativos de águas residuais comunitárias e separativas de águas pluviais;
- Pseudo-separativos ou Sistema misto.

No que diz respeito a escolha dos tipos de sistemas de drenagem, SILVA (2008:335) salienta que a escolha de um ou de outro sistema, não deve resultar de procedimentos de rotina pessoais ou locais, é condicionada por diversos factores, cuja análise se realiza seguidamente.

A concepção dos primeiros sistemas de águas residuais inclinava-se quase que apenas para redes do tipo unitárias porque em dada época se considerava que este era o mais económico, dado que só há necessidade de recorrer a implantação de um único colector. No entanto, com o avanço do conhecimento e o reconhecimento dos problemas de poluição da água, o que conduziu a necessidade de recorrer ao tratamento de águas residuais antes do seu lançamento num meio receptor aquático, os sistemas de tipo unitário começaram a ser postos em causa. De entre as principais características de um sistema do tipo unitário podem ser apontadas as seguintes:

- As redes de drenagem de água pluviais não são dimensionadas para escoar os caudais correspondentes às maiores precipitações; Os caudais em excesso, quando ocorrem maiores precipitações, são rejeitados em geral, na linha de água mais próxima, dada a incapacidade dos órgãos do sistema e, em particular, dos emissários e da própria estação de tratamentos. Estes caudais em excesso são uma mistura de águas residuais comunitárias e pluviais, pelo que a sua rejeição no meio aquático pode acarretar problemas de poluição e contaminação. Esta situação é tanto mais desfavorável quanto maior for a intensidade da precipitação e menor a sua duração.
- Dadas as grandes variações nos caudais extremos (mínimo e de ponta), é hidraulicamente bastante difícil manter as condições de escoamento, em tempo seco, para que não se verifique sedimentação das matérias em suspensão transportadas nas águas residuais; deste modo, os riscos de formação de gás sulfídrico são mais elevados, o que ocasiona maus cheiros e corrosão do material dos colectores. Além disso, quando ocorrem as primeiras chuvadas após uma prolongada estiagem, afluem a estação de tratamento elevadas cargas poluentes.
- Nem sempre as redes de drenagem unitárias conduzem a uma maior economia, como uma análise sucinta poderia deixar antever, principalmente pelas seguintes razões:
 - a) As sarjetas e outros órgãos de entrada têm, em geral, de ser sifonadas;
 - b) O emissário é, em geral, um colector de certo comprimento, até que se atinja o local da estação de tratamento, o qual, em sistemas unitários, é de grandes diâmetros, contrariamente ao que se verifica em sistemas separativos de águas residuais comunitárias; nos sistemas separativos de águas residuais, o grande desenvolvimento

do emissário pode ser evitado, desde que os caudais pluviais possam ser rejeitados na linha de água mais próxima;

- c) Quando há necessidade de recorrer a bombagem, a capacidade deste órgão complementar é maior e, conseqüentemente, o seu custo;
- d) Nos sistemas unitários os colectores tem que ser construídos com materiais resistentes à corrosão, conseqüentemente mais caros, verificando-se nos sistemas separativos de águas pluviais a situação oposta, dado que só transportam águas de escoamento superficial, praticamente sem efeitos corrosivos;
- e) Quando existir estação de tratamento a jusante do sistema, a sua capacidade terá de ser superior no caso de um sistema unitário, o que corresponde a um investimento inicial e custos de exploração superiores.

Da análise anterior, não se pretende recomendar o recurso sistemático ao sistema do tipo separativo de águas residuais comunitárias e águas pluviais em loteamentos urbanos, uma vez que certas condições locais e específicas de cada caso poderão recomendar outro tipo de solução.

Assim, a escolha de um sistema separativo, pode desde logo ser recomendado se a rede a jusante a qual irá ser ligado o sistema em estudo é também do tipo separativo, em que as águas residuais comunitárias são depuradas numa estação de tratamento.

2.6 Traçado em Planta e em Perfil Longitudinal

2.6.1 Cuidados a ter no traçado em planta

Segundo SILVA (2008:337), o traçado de uma rede depende da disposição planimétrica e altimétrica do loteamento urbano, da implantação de outros serviços públicos subterrâneos, do tipo de sistema (unitário, separativo ou pseudo-separativo) e da localização do ponto ou pontos de rejeição das água residuais e pluviais, seja uma estação de tratamento, um emissário já existente ou um meio receptor, por exemplo aquático.

No que respeita ao traçado em planta, os colectores (unitários, comunitários ou pluviais) devem ser instalados, tanto quanto possível, ao longo do eixo dos arruamentos a fim de igualar os custos dos ramais de ligação dos prédios de um e de outro lado e esta a disposição regulamentar em Portugal, sendo a prática corrente e desejável em situações normais. Em urbanizações modernas e, em particular, em loteamentos urbanos, a implantação de colectores ao longo dos espaços livres públicos (sob os passeios, atravessamento de zonas verdes, etc.) poderá constituir uma solução técnica e economicamente vantajosa, dada a redução de cargas permanentes e rolantes sobre os colectores, redução de despesas de arranque e reposição dos pavimentos e adequada adaptação aos talwegues naturais. Em qualquer caso, se o arruamento tiver uma largura superior a 25 m, é aconselhável desdobrar a rede em dois troços, um de cada lado, especialmente se se trata de um sistema unitário ou separativo de águas pluviais (artigo 22º do RGCE). No entanto, é proibido (artigo 23º do RGCE) localizar os colectores sob edifícios, a não ser em situações absolutamente fora do vulgar, situações em geral pouco prováveis em novos loteamentos urbanos.

As redes de drenagem são constituídas por uma série de alinhamentos rectos, ligados por caixas (ou câmaras) de visita, só se admitindo curvas em colectores de muito grande diâmetro, onde seja possível o acesso. As caixas de visita, que se destinam a permitir o acesso aos colectores para observação, manutenção e exploração da rede, são localizadas nos cruzamentos dos arruamentos, na junção de colectores, nos pontos de mudança de direcção, inclinação e diâmetro dos colectores, assim como nos alinhamentos rectos, de forma a garantir um afastamento máximo entre duas caixas de visita consecutivas. O RGCE estipula, no seu artigo 26º, que, para os casos correntes o afastamento máximo nunca seja superior a 60 m. No entanto, a semelhança do que se pratica noutros países, há uma tendência cada vez maior para considerar aquela distância igual a 120 m.

2.6.2 Cuidados a ter no traçado do perfil longitudinal

De acordo com SILVA (2008:338), no que respeita ao traçado em perfil longitudinal, constitui aspecto importante a observar, a profundidade de assentamento dos colectores. Essa profundidade é condicionada, por um lado, pelas cotas necessárias a inserção dos órgãos acessórios, nomeadamente dos ramais domiciliários em sistemas unitários ou separativos de águas residuais comunitárias, e, por outro, por condições tal que sejam evitados danos nos colectores, devido a acção dinâmica das cargas rolantes provocadas pelo tráfego rodoviário. Em geral, é definida uma profundidade de assentamento mínima medida pela distância entre o pavimento da via pública e o extradorso dos colectores.

Embora o RGCE estipule, de uma forma geral, o valor de 1,40 m, as condições particulares de cada caso poderão recomendar valores superiores ou inferiores a aquele número. Assim, em loteamentos urbanos, poderão ser admitidas profundidades de assentamento mínimas dos colectores medidas sobre o extradorso da ordem de 1,0 m para os troços das redes de drenagem implantadas sob os passeios de baixa densidade de tráfego, desde que se garantam, como se referiu, as cotas necessárias a inserção dos ramais domiciliários. Por outro lado, em zonas onde haja interferência com tubagens de sistemas de distribuição de água ou com outras infra-estruturas poderão recomendar-se, para as águas pluviais, profundidades de pelo menos 2,0 m. Quando existem caves de edifícios com uma certa profundidade (situação provável em loteamentos urbanos) é mais adequado recorrer a bombagem das correspondentes águas residuais, em vez de implantar os colectores a profundidades demasiado grandes.

SILVA (2008:339) refere que relativamente ao alinhamento dos colectores em perfil longitudinal, ou seja, os aspectos a observar no traçado associados a continuidade hidráulica do escoamento através das caixas de visita, não existe uma uniformidade de critérios. Assim, um dos critérios corresponde a considerar que a cota da linha de energia específica, a montante da caixa de visita, é igual a cota da linha de energia específica, a jusante mais uma dada queda ou perda de carga na caixa. No entanto, a cota da soleira do colector a jusante da caixa de visita nunca deve ser inferior à da soleira do colector ou colectores afluentes a ela.

Em perfil longitudinal, as rasantes devem possivelmente, manter-se o mais possível paralelas ao terreno. No entanto, por motivo de funcionamento hidráulico do sistema e construtivos há necessidade de manter inclinações mínimas e máximas para os colectores.

Caso as condições hidráulicas de escoamentos o permitam, os sólidos em suspensão de natureza orgânica e/ou inorgânicos (areia e siltes) transportados nas águas residuais comunitárias ou pluviais sedimentam, levando a obstrução dos colectores no fim de um prazo mais ou menos longo. Para obviar a este inconveniente é usual considerar inclinações mínimas para os colectores. A limitação da velocidade de escoamento tem por objectivo impedir a erosão das caixas de visita e da soleira dos colectores (mais sensível, no entanto, aos caudais permanentes). Finalmente, é usual impor, ainda, limites máximos e mínimos para as inclinações dos colectores por razões construtivas.

2.6.3 Infra-estruturas subterrâneas

Sobre o traçado da rede, tanto em perfil longitudinal como em planta, SILVA (2008:340), salienta que têm que respeitar outras infra-estruturas subterrâneas, tais como as do sistema de distribuição de água, gás, electricidade, telefones, etc. Os aspectos relativos às tubagens de água são bastante importantes em virtude dos riscos de possíveis contaminações. Assim, os colectores deverão ser sempre colocados inferiormente às tubagens de água potável e, quando se cruzam com elas ou as acompanham, a distância entre as duas canalizações deverá ser sempre igual ou superior a 1 m.

2.7 Águas Residuais e Suas Características

2.7.1 Características das águas residuais

De acordo com Do MONTE (2010:19), as águas residuais urbanas são águas residuais domésticas ou a mistura destas com águas residuais industriais e pluviais colectadas para a rede de drenagem pública. As águas residuais urbanas resultam, portanto, da utilização de água que é captada e tratada para assegurar o abastecimento de água potável às populações e às actividades económicas ligadas ao comércio e à indústria.

As águas residuais urbanas podem conter substâncias orgânicas, inorgânicas dissolvidas e suspensas na água:

- Adicionadas e produzidas em reacções químicas e bioquímicas no decurso do processo de tratamento de água bruta para produção de água potável;
- Adicionadas no decurso da utilização da água de abastecimento público para múltiplas actividades: uso doméstico, comercial, industrial e outras;
- Carregadas pelas águas pluviais em sistemas de drenagem unitários;
- Introduzidas com a água de infiltração nos colectores;
- Produzidas por reacções químicas e bioquímicas durante o transporte no sistema de drenagem;
- Adicionados durante o transporte no sistema de drenagem para controlo de cheiro e de corrosão.

IMHOFF (2004:1) refere que o final de qualquer efluente urbano é o encaminhamento a um corpo de água. Em consequência desse lançamento, aparece a possibilidade de virem a ser gerados certos inconvenientes, como, por exemplo, o despreendimento de maus odores, o sabor estranho na água potável, mortandade de peixes e outras.

As águas residuais urbanas consistem, assim, numa complexa mistura de substâncias, povoada por numerosos microrganismos de diversos tipos, muitos dos quais são de origem fecal e alguns são patogénicos. Nas águas residuais as substâncias dissolvidas e em suspensão coloidal e verdadeira representam apenas 0,1%.

2.7.2 Concentração de microrganismos presentes nas águas residuais

Grupo	Microrganismo Patogénico	Doença e sintomas
Bactérias	Campylobacter jejuni	Gastroenterite.
	E. coli patogénica	Enterite, diarreia.
	Salmonella	
	S. typhi	Febre tifóide.
	S. paratyphi	Febre paratifóide.
	Outras espécies	Salmoneloses.
	Shigella spp. Vibrio. cholerae Outros vibrões	Disenteria bacilar. Cólera.
Yersinia enterocolitica	Gastroenterite e septicemia.	
Protozoários	Balantidium coli	Diarreia, disenteria e úlcera do cólon.
	Entamoeba histolytica	Úlcera do cólon, disenteria amibiana e abscesso do fígado.
	Giardia lamblia	Diarreia e má absorção.
Helmintas	Ancylostoma uodenal	Ancilostomíase.
	Ascaris lumbricoides	Ascariíase.
	Enterobius vermicularis	Enterobíase.
	Hymenolepsis nana	Himenolepíase.
	Necator americanus	Ancilostomíase.
	Strongyloides stercoralis	Estrongiloidíase.
	Taenia saginata e Taenia solium	Teníase.
	Trichuris trichura	Tricuríase.
Vírus	Enterovírus	
	Poliovírus	Paralisia, meningite asséptica.
	Coxsackievírus	A – Paralisia, meningite asséptica, febres, doenças respiratórias. B – Paralisia, meningite asséptica,

		pericardites, miocardites, doenças cardíacas congénitas, pleurodinia.
	Ecovírus	Infecções respiratórias, meningite asséptica, diarreia, pericardite, miocardite, prurido, febre.
	Reovírus	Doenças respiratórias, gastroenterites.
	Adenovírus	Conjuntivite aguda, diarreia, doenças respiratórias.
	Rotavírus	Gastroenterite infantil.
	Vírus da hepatite A e E	Hepatite A.
	Calivivírus	Gastroenterites, diarreias.

Tabela 1. Grupos de patogénicos mais correntes veiculados pela água e doenças associadas

Fonte (Do Monte 2010)

2.7.3 Esgotos a serem tratados

De acordo com MACINTYRE (1990:117), os esgotos que se objectiva tratar são os despejos domésticos, isto é, águas residuais domésticas. Os esgotos industriais, pela sua enorme diversificação, devem ser submetidos a tratamentos específicos para cada caso de resíduo industrial e evidentemente demandarão estudos especializados e, em certos casos, bastante complexos.

O esgoto sanitário fresco contém cerca de 99% de água e possui certa quantidade de matéria sólida em suspensão, além do oxigénio contido no ar dissolvido. Com o decorrer do tempo, o esgoto vai adquirindo um aspecto mais homogéneo, a coloração passa de cinza a preta; a taxa de oxigénio reduz-se e há intensa exalação de odores desagradáveis decorrentes da acção anaeróbia que se processa.

MACINTYRE (1996:220), refere ainda que a elevada quantidade de sabão lançada nos esgotos, devido aos banhos, abluções, lavagem de roupa e cozinha, confere-lhes uma certa alcalinidade, se bem que existem esgotos com pH na faixa ácida. Sem oxigénio não há condição para a estabilização da matéria orgânica existente no esgoto. Essa avidez de oxigénio para atender ao metabolismo das bactérias e a transformação da matéria orgânica

chama-se Demanda Bioquímica de Oxigénio (DBO) ou Biochemical Oxygen Demand (BOD).

A DBO é, assim, um índice de concentração de matéria orgânica presente num volume de água e, por consequência, um indicativo dos seus efeitos na poluição. Portanto, quanto maior a poluição por esgotos, maior a quantidade de matéria orgânica presente e maior será a demanda de oxigénio para estabilizar essa matéria orgânica. À medida que ocorre a estabilização da matéria orgânica, diminui evidentemente a DBO. Sua determinação se realiza medindo-se a quantidade de oxigénio consumida em uma amostra do líquido a 20°C, durante cinco dias, que simbolicamente se representa por $DBO_{5,20^{\circ}C}$.

Segundo IMHOFF (2004: 29), A Demanda Bioquímica de Oxigénio (DBO) é a quantidade de oxigénio elementar consumida por microrganismos durante a degradação de matéria orgânica. A DBO não depende só da composição e da concentração da matéria orgânica mas também do número e da actividade dos microrganismos, da temperatura, da turbulência, além de outros factores.

2.7.4 Impactos da descarga de águas residuais em meio natural

Sobre os impactos da descarga de águas residuais em meio natural, MOTA (2003:65) salienta que são vários os mecanismos de poluição da água superficial e subterrânea em um meio urbano.

- a) Temperatura: mais elevada do que na água de abastecimento
 - Consequências: altera actividade microbiana, diminui a solubilidade dos gases, aumenta a velocidade das reacções químicas e biológicas, aumenta a toxicidade de alguns compostos e diminui a viscosidade do líquido.
- b) Cheiro- Odor
 - Esgoto fresco apresenta odor oleoso, relativamente desagradável;
 - Esgoto séptico apresenta odor fétido (muito desagradável), devido ao gás sulfídrico e produtos em decomposição;
 - Esgotos industriais apresentam odores característicos.
- c) Turbidez – sólidos em suspensão: elevada em águas residuais.
 - Consequências: assoreamento de ambientes aquáticos, soterramento de microrganismos

d) Cor – sólidos dissolvidos

- Indica presença de sólidos dissolvidos;
- Esgoto fresco apresenta cor ligeira cinza, esgoto séptico apresenta cor cinza escuro ou preto;
- Consequências: introdução de iões, nutrientes, matéria orgânica e microrganismos no destino final.

e) Óleos e gorduras

- Fracção da matéria orgânica solúvel em hexanos
- Consequências: reduzem viscosidade e tensão superficial da água, provocam danos na fauna, provocam formação de espumas, geralmente são tóxicos,

f) Metais pesados

- Consequências: tóxico para fauna e flora, entrada na cadeia alimentar do homem, efeitos negativos na saúde a longo prazo.

g) Microrganismos patogénicos

- Consequências: transmissão de doenças aos organismos no meio natural, transmissão directa e indirecta de doenças ao homem.

2.8 Processos de Tratamento das Águas Residuais

2.8.1 Fenómenos da depuração de esgotos

IMHOFF (2004: 3), refere que no tratamento de esgotos estão envolvidos processos físicos, químicos e biológicos.

Os processos físicos são o gradeamento, a filtração, a sedimentação, a flutuação e a flotação. Todos os processos físicos alcançam apenas as substâncias que não se encontram dissolvidas – portanto o material em suspensão, sólido ou líquido.

As substâncias dissolvidas podem ser removidas da água por processos que levem as moléculas a se transformar em partículas que sejam atingidas pela depuração física, sob a forma de sólidos em suspensão, ou então transformando-as em gases a serem dissipados na atmosfera. Podem também ser modificadas de maneira a se tornar inofensivas. No limite entre substâncias dissolvidas e não-dissolvidas encontram-se as suspensões coloidais, os colóides podem transformar-se em substâncias insolúveis por processos físicos, químicos ou electroquímicos.

São empregados também processos químicos no condicionamento do lodo para a desidratação em filtros a vácuo. Os colóides são precipitados com cloreto férrico a fim de possibilitar uma separação mais fácil da água através do tecido do filtro.

Além desses processos estritamente químicos, a maioria dos fenómenos de depuração dos despejos está ligada a actividades de organismos vivos. São chamados então de processos biológicos ou bioquímicos.

IMHOFF (2004: 4), refere que um factor importante é o comportamento de todos os componentes dos esgotos em relação ao oxigénio. Sob o ponto de vista químico, a actividade biológica pode verificar-se em um dos sentidos opostos: a combinação com o oxigénio (oxidação) ou a perda de oxigénio (redução). O tratamento biológico dos efluentes é um caso de oxidação (combustão húmida); a digestão do lodo é um caso de redução.

2.8.2 Bactérias aeróbias e anaeróbias

Em conformidade com IMHOFF (2004: 4), a matéria orgânica presente nos efluentes provém na maioria das vezes da redução ligada à composição de substâncias vegetais e animais. O oxigénio tem a tendência de transformar essa matéria perecível em produtos estáveis (óxidos).

Neste caso, servem de agente as bactérias aeróbias (as que exigem ar) enquanto houver oxigénio livre proveniente do ar ou disponível na substituída pela das anaeróbias (que dispensam o ar – bactérias da putrefacção), pois estas têm a propriedade de poder lançar mão do oxigénio combinado, por exemplo, nitratos e sulfatos.

As bactérias são sensíveis tanto aos ácidos quanto às bases. Por este motivo, o pH da água não deverá afastar-se muito de 7,0. A temperatura também deve ser mantida entre certos limites. A desidratação tem um efeito letal sobre elas, sob a acção de desinfectantes, como o cloro, a sua actividade é paralisada ou elas morrem.

O tratamento biológico se compõe quase que exclusivamente de processos aeróbios, portanto há fenómenos que se verificam na água contendo ar em solução. A depuração em si, isto é a retirada das impurezas orgânicas dos efluentes, não deve ser atribuída somente às bactérias. Segundo IMHOFF (2004: 5), tal facto se dá também pela adsorção, portanto trata-se de um fenómeno de superfície proveniente das membranas e dos flocos nos quais vivem as bactérias. Entretanto tal fenómeno seria paralisado rapidamente se as substâncias absorvidas não fossem constantemente metabolizadas pelas bactérias. Estas, portanto mantêm o efeito de adsorção por meio de sua actividade vital.

a) Produtos da oxidação pelas bactérias

Os produtos mais importantes da oxidação pelas bactérias são o gás carbónico (CO_2), ácido nítrico (HNO_2) e ácido sulfúrico (H_2SO_4). Entretanto, como o esgoto geralmente contém substâncias alcalinas em quantidade suficiente, esses ácidos são neutralizados durante a sua formação, daí resultando sais solúveis na água (carbonatos, nitratos, sulfatos), com a excepção de uma parte do gás carbónico, que permanece em solução ou se desprende sem se combinar. Termina aí a eliminação das impurezas da água contendo ar dissolvido.

A actividade anaeróbia das bactérias, ou seja, a actividade sem o concurso do ar ainda é pouco empregada na depuração dos efluentes. Entretanto é um processo que tem um papel importante na decomposição do lodo do esgoto nos digestores. Deve-se distinguir entre a

digestão ácida e a metânica. Ambas têm origem no metabolismo de bactérias, quando não se interfere artificialmente no processo, estabelece-se fermentação ácida no início e, após um extenso lapso de tempo, tem início a fermentação metânica.

2.8.3 Tratamentos primários

Segundo MACINTYRE (1996:220), removem as impurezas sedimentares, sólidos em suspensão e cerca da 40% da demanda bioquímica de oxigênio. Os esgotos fluem vagarosamente, permitindo que os sólidos em suspensão de maior densidade sedimentem gradualmente no fundo, formando o lodo primário bruto. Os materiais flutuantes como óleos e graxas, de menor densidade, são removidos na superfície. Esses tratamentos realizam-se nas chamadas estações depuradoras de esgotos, e compreendem:

- Tratamentos preliminares, tais como o emprego de grades, caixas de areia e desarenadores;
- Decantação primária;
- Digestão do lodo, anaeróbia ou aeróbia;
- Secagem;
- Remoção e destinação do lodo

2.8.4 Tratamentos secundários

Segundo MACINTYRE (1996:220), são complementares aos tratamentos anteriores, e da maior importância. Pode incluir a remoção de nutrientes (azoto e fósforo), a desinfecção também pode ser incluída neste passo. Compreendem a remoção de matéria orgânica por actividade através de;

- Processo biológico aeróbio – oxidação;
- Processo de lodos activados;
- Decantação secundaria ou final;
- Valos de oxidação;
- Discos rotativos.

Consegue-se, com esses tratamentos, uma redução na taxa de coliformes de até 96%, e na taxa de DBO entre 30 e 95%, conforme as características do projecto da estação de

tratamento ou do sistema empregado. Os processos biológicos baseiam-se na acção bacteriológica sobre a matéria orgânica dos esgotos sanitários, que leva à sua estabilização e formação de lodos imputrescíveis, eventualmente utilizáveis como adubos, após tratamento adicional.

2.8.5 Tratamentos terciários

Segundo MACINTYRE (1996:220), consistem na remoção de sólidos suspensos e dissolvidos residuais (após tratamento secundário) normalmente por filtração granular média ou microfiltração. Desinfecção é também uma parte do tratamento terciário. A remoção de nutrientes é também muitas vezes incluída neste passo, tem o objectivo de garantir as condições desejadas para o destino final a dar à água.

- Desinfecção com cloro;
- Processo de remoção de nutrientes;
- Remoção de complexos orgânicos;
- Filtração final.

MACINTYRE (1996:220) refere ainda que na desinfecção, grande parte dos microrganismos patogénicos foi eliminada nas etapas anteriores, mas não na sua totalidade. A desinfecção total pode ser feita pelo processo natural – lagoa de maturação, artificial – via cloração, ozonização ou radiação ultravioleta. A lagoa de maturação demanda grandes áreas, pois necessita de pouca profundidade para permitir a penetração de radiação ultravioleta. Entre os processos artificiais, a cloração é o de menor custo, a ozonização é muito dispendiosa.

2.8.6 Especificações de qualidade das águas

Segundo IMHOFF (2004: 216), o grau de tratamento necessário a ser dado às águas residuais depende das especificações de qualidade atribuídas ao curso de água receptor. Há tempos era prescrita determinada relação de diluição aplicada à vazão do efluente de uma estação de tratamento, relacionando a média de 24 horas com a média das vazões mínimas do curso.

2.8.7 Modalidades de lançamento de águas residuais e de tomadas de água

De acordo com IMHOFF (2004: 220), a estabilização das substâncias poluidoras nas águas receptoras é facilitada quando se evita que os esgotos entrem em estado séptico. A septicidade é letal aos peixes. O lançamento de vários resíduos industriais, isoladamente, a um curso é contra-indicado. Deve-se misturá-los previamente para permitir a reacção de uns sobre os outros antes do lançamento.

É importante a distribuição local dos lançamentos. Tratando-se de águas paradas, aparece uma zona de intensa poluição nas proximidades do ponto de lançamento. Deve-se procurar a mistura dos efluentes com o maior volume possível de receptora em bom estado. Pode-se, por exemplo, prever o lançamento em pequenas vazões mediante um grande número de pontos de lançamento ou retirar água limpa do corpo receptor para com ela diluir os efluentes recalçando-a para os emissários. As canalizações de lançamento devem desembocar a jusante de balneários e tomadas de água que possam ser prejudicados pelos despejos.

2.8.8 Localização das estações de tratamento de esgoto

Segundo IMHOFF (2004: 221), as estações de tratamento de águas servidas adequadamente construídas e operadas são de funcionamento isento de odores. Por este motivo não é necessário instalá-las tão longe quanto possível das áreas urbanas. Basta uma distância de uns 300 m das construções mais próximas. A área ocupada varia entre 0,5 a 1,5m² por habitante ou equivalente populacional. É necessário reservar uma área adicional para futuras expansões. Muitas vezes é vantajoso reunir os efluentes de várias bacias de drenagem. As sobrecargas instantâneas são compensadas nas instalações de grande porte. Os custos de construção e operação são mais reduzidos. É uma situação que deve ser analisada com cuidado.

2.9 Aproveitamento das Águas Residuais Tratadas

2.9.1 Recuperação de produtos dos esgotos

Segundo IMHOFF (2004: 11), é possível recuperar o gás produzido nos digestores das estações de tratamento de esgotos urbanos. Além disso, os efluentes urbanos e o lodo têm valor na agricultura, a reversão dos efluentes tratados no curso receptor pode ter utilidade se for necessário reforçar a sua vazão.

- O gás poderá ser empregado no aquecimento dos digestores ou ser transformado em energia, o gás pode ser vendido, sendo uma das formas a de combustível para veículos.
- O lodo pode ser empregado como sucedâneo do estrume de curral, pois o valor dos efluentes, para fins agrícolas, reside nas substâncias fertilizantes dissolvidas ou sedimentadas bem como no lodo carregado pelo líquido, nos casos em que se torna a lhe ser juntado, após a digestão.

2.9.2 A reutilização da água como estratégia de conservação dos recursos hídricos

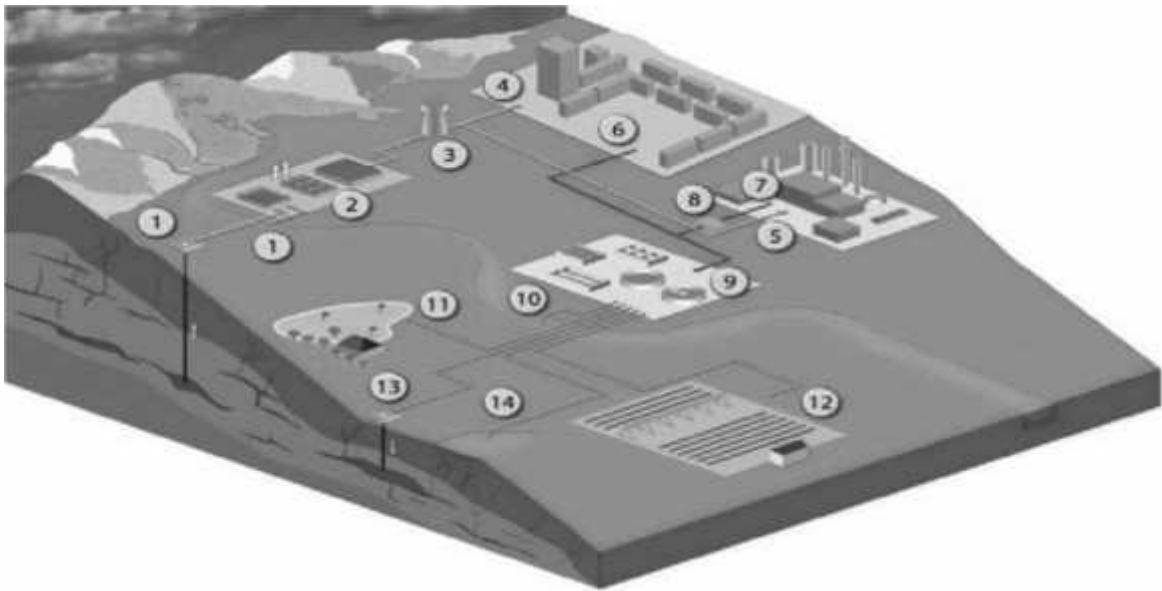
Em conformidade com Do MONTE (2010:9), após a sua transformação em água residual, a água captada na natureza (subterrânea ou superficial) retorna ao meio natural, através da sua descarga em águas superficiais – doces e costeiras – ou da sua infiltração no solo, desejavelmente após tratamento adequado. A água captada para abastecimento pode, assim, conter águas residuais, o que configura uma situação de reutilização indirecta e não planeada da água bastante frequente.

Quando se fala de reutilização da água como estratégia de combate à escassez de recursos hídricos, é de uma reutilização planeada, em que as águas residuais são tratadas e utilizadas para uma aplicação que representa um benefício socioeconómico.

A utilização de águas residuais tratadas contribui para uma gestão dos recursos hídricos mais sustentável, na medida em que:

- Contribui para aumentar os recursos hídricos necessários para satisfação das necessidades presentes e futuras para usos mais nobres;

- Ao reduzir o caudal de águas residuais tratadas descarregado nos meios receptores aquáticos, protege os ecossistemas, na medida em que reduz a quantidade de poluentes lançados no meio.



1 – Captação de água subterrânea ou superficial; **2** – ETA; **3** – Reservatório;
4 – Abastecimento urbano; **5** – Abastecimento industrial; **6** – Águas residuais urbanas;
7 – Águas residuais industriais; **8** – Pré-tratamento; **9** – ETAR; **10** – Descarga no meio receptor; Reutilização de águas residuais tratadas: **11** – Rega paisagística;
12 – Rega agrícola; **13** – Recarga de aquíferos em furo de injeção directa;
14 – Recarga de aquíferos em bacias de infiltração.

Figura 6: Ciclo de reutilização da água

Fonte (Do Monte 2010)

Do MONTE (2010:11) refere que a utilização de águas residuais tratadas é praticada preferencialmente para usos que requerem maior procura deste recurso e que sejam compatíveis com a qualidade mais corrente dos efluentes de ETAR. A rega agrícola é o grande domínio de aplicação da reutilização de águas residuais, pois a agricultura consome cerca de 70% dos recursos hídricos utilizados. Mas a água é reutilizada para diversas outras finalidades, nomeadamente as seguintes, citadas por ordem decrescente de volume utilizado: a rega paisagística, a reutilização industrial (principalmente como reciclagem de água de arrefecimento), a recarga de aquíferos, determinados usos recreativos e ambientais, usos

urbanos que não obrigam à utilização de água potável e até como reforço de origem de água bruta para produção de água para consumo humano.

2.9.3 Aplicação da reutilização das águas residuais tratadas

Sobre a aplicação da reutilização das águas residuais tratadas, Do MONTE (2010:39) afirma que o recurso ao aproveitamento de águas residuais tratadas é preferencialmente praticado para satisfazer utilizações que registam maior procura de água em termos quantitativos e que requerem água com características de qualidade afinadas por meio de tratamento complementar, técnica e economicamente exequível que sejam compatíveis com a qualidade dos efluentes correntes das ETAR.

Em conformidade com Do MONTE (2010:40), a qualidade das águas residuais tratadas é o factor mais importante na análise das possíveis aplicações de reutilização, principalmente quando há que considerar impactes na saúde pública e no ambiente. O quadro sintetiza os principais factores que, de algum modo, condicionam a reutilização de águas residuais tratadas para diversas aplicações.

Factores que condicionam a utilização das águas para determinados fins:

Aplicação		Condicionantes
Rega agrícola	Viveiros de árvores e plantas	Necessidade de zona tampão;
	Culturas alimentares, forragens, cereais, fibras.	Comercialização das culturas;
	Protecção contra as geadas.	Saúde pública;
	Silvicultura	Controlo dos aerossóis e drenagem
Rega paisagística	Campos de golfe.	Controlo da desinfecção;
	Faixas separadoras e margens de auto-estradas	Saúde pública;
	Parques públicos	Aceitação pública;
	Campus escolares	Controlo dos aerossóis;
	Cemitérios	Drenagem;
	Jardins residenciais	Ligações cruzadas com rede de água potável.
	Água de arrefecimento	Aerossóis;

Indústria	Lavagem de equipamentos	Ligações cruzadas com rede de água potável; Incrustações, corrosão.
	Combate contra incêndio	
	Construção pesada	
Recarga de Aquíferos	Reforço dos aquíferos	Disponibilidade de locais; Contaminação das águas subterrâneas; Efeitos toxicológicos devido a compostos orgânicos.
	Barreira contra intrusão salina	
	Armazenamento	
Usos recreativos e ambientais	Lagos e lagoas artificiais	Eutrofização; Ligações cruzadas com rede de água potável; Toxicidade para a vida aquática
	Reforço de zonas húmidas	
	Neve artificial	
Usos urbanos não potáveis	Descarga de autoclismos	Ligações cruzadas com rede de água potável; Incrustações, corrosão Aceitação pública; Saúde pública
	Fontes e jogos de água ornamentais	
	Lavagem de veículos	
	Lavagem de ruas	
	Lavagem de contentores de RSU.	
	Combate a incêndios	
	Varrimento de colectores	
	Fusão de neve	
	Condicionamento de ar.	

Tabela 2 Factores que condicionam o aproveitamento das águas residuais

Fonte (Do Monte 2010)

2.9.4 Reutilização de águas residuais tratadas para a rega agrícola

De acordo com IMHOFF (2004:67), a irrigação agrícola em grandes áreas tem como finalidade principal a recuperação de substâncias fertilizantes contidas nos esgotos. A maior

parte das águas dos esgotos é utilizada pelas plantas ou perdida por evaporação e somente uma pequena parcela volta aos cursos de água através do lençol freático.

Do MONTE (2010:42) refere que a qualidade de águas residuais tratadas para rega deve satisfazer os requisitos agronómicos e os requisitos de protecção da saúde pública. Do ponto de vista agronómico, a água de rega destina-se a satisfazer as necessidades hídricas das plantas, não devendo ser o veículo de aplicação de substâncias prejudiciais ao seu desenvolvimento (como o excesso de sais dissolvidos, de sódio, de metais pesados, de cloro residual) e podendo transportar substâncias benéficas ao desenvolvimento da planta (como os chamados nutrientes – compostos de azoto e de fósforo, o potássio, o zinco, o enxofre e boro).

O método de rega pode proporcionar o contacto directo com as culturas, como acontece com a rega por aspersão e, nesse caso, o tratamento das águas residuais a utilizar na rega deve incluir a desinfecção, tratamento que será indispensável em certas aplicações, como, por exemplo, se as culturas forem destinadas a serem consumidas em cru. Compreende-se assim que o nível de tratamento das águas residuais, o método de rega e o tipo de cultura a regar constituem três variáveis dependentes entre si, com as quais é possível controlar os riscos da saúde pública.

2.9.4.1 Exposição à contaminação na reutilização de águas residuais para rega agrícola

Do MONTE (2010:63) salienta que a forma como as pessoas contactam com as águas de rega, as culturas e solo regados, objectos em contacto com estes últimos (vestuário, alfaias, etc.) assume graus de risco sanitário muito diversos, que podem reflectir-se nos padrões de qualidade microbiológica, quer exigindo determinados níveis de remoção de patogénicos, quer preconizando medidas tendentes a minimizar a exposição.

Os agricultores constituem o grupo exposto a maior risco, visto contactarem estreitamente com o solo e as culturas regadas, bem como com objectos eventualmente atingidos pela água de rega. No caso do consumo directo, o risco depende de as culturas serem ingeridas cruas ou pouco cozinhadas, ou de o processo de cozedura assegurar a eliminação de eventuais agentes infecciosos provenientes da rega. Mesmo os produtos que são ingeridos após cozedura não devem apresentar níveis de contaminação superiores aos

requeridos para os produtos de consumo em cru, para não transportar microrganismos para a cozinha onde são preparados, podendo vir a contaminar outros alimentos.

A contaminação das culturas destinadas a consumo directo pode ser controlada, em larga medida, através de métodos de rega que minimizem o contacto do efluente de rega com a parte consumível das culturas, podendo incrementar-se a mitigação de risco mediante um intervalo de tempo proporcionador de decaimento de microrganismos.

2.9.5 Reutilização de águas residuais tratadas para a rega paisagística

De acordo com Do MONTE (2010:80), a chamada rega paisagística consiste na rega de espaços verdes ornamentais, como parques e jardins, separadores de auto-estradas, relvados de campos desportivos. Em termos de volume de água, a rega paisagística constitui a segunda maior aplicação de reutilização de águas residuais tratadas em países desenvolvidos.

Os factores que condicionam a reutilização para rega paisagística são os mesmos referidos para a rega agrícola, isto é, características químicas favoráveis ao desenvolvimento das plantas regadas e características microbiológicas compatíveis com a adequada protecção da saúde pública, embora geralmente este último aspecto seja considerado primordial, dada a elevada probabilidade de contacto humano com os relvados, nomeadamente no caso dos campos de golfe e também pelo facto de não estar em causa o valor da produção agrícola.

2.9.5.1 Critério de qualidade de águas residuais tratadas utilizadas para rega paisagística

Segundo Do MONTE (2010:83), um sistema de reutilização de águas residuais para rega paisagística é análogo a um sistema de reutilização para rega agrícola, com a diferença de as plantas serem, neste caso, de interesse ornamental. A água de rega deve satisfazer as necessidades hídricas das plantas, proporcionar o seu bom desenvolvimento vegetativo (qualidade agronómica) e, quando forem utilizadas na rega águas residuais tratadas, a qualidade dessas águas deve cumprir os requisitos de protecção da saúde pública.

Merecem ainda atenção as características químicas relacionadas com a possível geração de odores ofensivos, que pode ocorrer durante a estagnação da água em condutas e

reservatórios, mais provavelmente quando a concentração de sulfatos for superior a 50 mg/L SO₄ e a CQO exceder 20 mg/L.

2.9.6 Reutilização de águas residuais tratadas para a indústria

Sobre a reutilização de águas residuais tratadas para a indústria, Do MONTE (2010:90), refere que em termos quantitativos, a reutilização industrial representa a terceira principal aplicação de reutilização de águas. Na indústria, a água é frequentemente reutilizada para a mesma utilização, sem necessidade de ser submetida a qualquer tipo de tratamento, quando muito uma adição de um certo volume da mesma água, para repor perdas por evaporação. Isto é o que se designa como reciclagem da água, cujo exemplo prático mais importante é o caso da água de arrefecimento.

As indústrias grandes consumidoras de água, como centrais de produção de energia térmica ou nuclear, refinarias de petróleo, siderúrgicas e outras indústrias transformadoras, são as que mais esforços têm realizado no sentido de reciclar e reutilizar água, principalmente como água de arrefecimento. Como outros exemplos de reutilização de água na indústria citam-se: actividades de limpeza, sistemas de extracção de inertes, água de processo, construção pesada.

2.9.6.1 Critério de qualidade de águas residuais tratadas para uso nas indústrias

De acordo com Do MONTE (2010:91), os padrões de qualidade da água para reutilização industrial são muito específicos do tipo de indústria. Algumas aplicações requerem água de elevada qualidade, como a produção de vapor, outras são compatíveis com águas menos tratadas, como a construção pesada. Na água de arrefecimento são importantes as características que podem dar origem a fenómenos de corrosão ou de incrustação (nomeadamente o teor de sólidos dissolvidos totais, os cloretos, o oxigénio dissolvido), ou à formação de filmes biológicos nas condutas (como os resíduos de matéria orgânica).

Os factores relevantes na reutilização da água na indústria são, além da qualidade da água, o balanço entre as necessidades da indústria e a disponibilidade. Os requisitos inerentes à protecção da saúde pública também podem constituir um objectivo de qualidade, nomeadamente nos casos em que poderá ocorrer exposição humana às águas residuais ou a aerossóis das mesmas.

Problema	Causa
Corrosão	Cloretos, sulfatos, sólidos dissolvidos e em suspensão, amoníaco (principalmente agressivo para ligas com cobre), metais com elevado potencial de oxidação, pH e temperatura.
Incrustações	Fósforo, cálcio, magnésio, ferro, sílica, sulfatos, sólidos dissolvidos, pH e temperatura.
Desenvolvimento de algas, bactérias e de biofilmes	Matéria orgânica, azoto amoniacal, fósforo.
Escumas	Matéria orgânica.

Tabela 3: Características de qualidade das águas residuais tratadas que afectam a generalidade das aplicações industriais

Fonte (Do Monte 2010)

2.9.7. Reutilização de águas residuais tratadas para usos urbanos não potáveis

Em conformidade com Do MONTE (2010:115), as águas residuais tratadas podem ser aplicadas em algumas utilizações urbanas que consomem água potável sem que exista a necessidade de usar água de tão elevada qualidade, designadamente descarga de autoclismos, lavagem de ruas, lavagem de contentores de resíduos urbanos, lavagem de veículos, varrimento de colectores, embelezamento paisagístico de empreendimentos urbanísticos por meio de lagos, fontes, cascatas de água, combate a incêndios, ar condicionado.

Essencialmente, os factores condicionantes da reutilização da água para fins urbanos não potáveis estão relacionados com o custo e com a qualidade da água, e consequentemente, com o tratamento das águas residuais. Do MONTE (2010:116) refere ainda que algumas destas utilizações correspondem a consumos elevados: por exemplo, 40% do volume de água utilizado no interior das habitações é destinado a descarga de autoclismos. Em edifícios comerciais e públicos a fracção da água utilizada nos sanitários chega a atingir 90% do consumo total de água nesses edifícios.

De acordo com Do MONTE (2010:116), O abastecimento de águas residuais tratadas para reutilização em alguns dos usos urbanos não potáveis pode ser assegurado por transporte em camião-cisterna, como por exemplo no caso de lavagem de ruas e a construção pesada. Para a maioria das outras utilizações o abastecimento requer a instalação de uma rede própria para as águas residuais tratadas, o que praticamente significa a duplicação do investimento, visto que a rede de água potável é sempre necessária, embora possa ter troços de menor diâmetro. O custo do sistema de abastecimento duplo pode constituir o grande factor limitante, excepto quando a reutilização para usos urbanos não potáveis se pratica nas proximidades da ETAR origem do efluente.

2.9.7.1 Critério de qualidade de águas residuais tratadas para usos urbanos não potáveis

Sobre os critérios de qualidade de águas residuais tratadas para usos urbanos não potáveis, Do MONTE (2010:118) salienta que a reutilização de águas residuais tratadas para usos urbanos tem interesse quando justificada por um significativo volume de água pretendido para as diversas aplicações inventariadas e quando estas não se localizam a grande distância da ETAR. A qualidade da água constitui, naturalmente, um factor condicionante, diferente de utilização para utilização. A construção pesada e a fusão de neve podem ser compatíveis com efluentes secundários, desde que utilizados de acordo com práticas correctas para protecção dos operadores, já a água reutilizada para descarga de autoclismos, condicionamento de ar e combate a incêndios deve apresentar características de qualidade que não favoreçam a ocorrência de crescimento de biofilmes nas paredes das tubagens, fenómenos de corrosão e incrustações.

Alguns parâmetros organolépticos, como a cor e o odor, são importantes para a aceitação da utilização de águas residuais, nomeadamente na reutilização para descarga de autoclismos.

2.10 Aspectos de Saúde Pública da Qualidade das Águas Residuais Tratadas

Do MONTE (2010:62) afirma que as águas residuais tratadas podem ou não conter microrganismos patogénicos em quantidade suficiente para provocar doenças, dependendo do nível de tratamento a que foram submetidas. A presença de microrganismos patogénicos em águas residuais utilizadas para rega agrícola nem sempre corresponde a um risco de saúde pública.

A ocorrência de doença também depende da susceptibilidade do hospedeiro, a qual é afectada pelo respectivo estado geral de saúde e pela idade: indivíduos debilitados por outras doenças, crianças e pessoas idosas apresentam, geralmente, maior susceptibilidade.

2.10.1 Indicadores de riscos de contaminação

Segundo Do MONTE (2010:62), a reutilização de águas residuais constitui um risco real para a saúde pública se forem verificadas todas as seguintes condições:

- Se o agente patogénico estiver presente nas águas residuais;
- Se o agente patogénico sobreviver a todas as operações e processos de tratamento aplicados às águas residuais;
- Se o campo regado receber uma dose infectante de um patogénico transportado na água de rega ou o patogénico multiplicar-se já no campo, atingindo a dose infectante;
- Se um hospedeiro humano, por contacto directo ou indirecto, é atingido por uma dose infectante de um patogénico;
- Se o hospedeiro ficar infectado;
- Se a infecção causar doença no hospedeiro ou este passar a transmiti-la.

2.10.2 Vias de transmissão de patogénicos

Segundo Do MONTE (2010:62), a transmissão de microrganismos patogénicos transportados nas águas residuais utilizadas em rega pode processar-se através das seguintes vias:

- Contacto directo com as águas residuais, com o solo, culturas irrigadas e/ou objectos contaminados;
- Ingestão directa de culturas irrigadas ou indirecta de produtos de consumidores de culturas irrigadas;
- Inalação de agentes infecciosos presentes em aerossóis formados durante a irrigação por aspersão com águas residuais;
- Ingestão de água contaminada por escorrência superficial ou por infiltração das águas residuais no solo.

2.10.3 Minimização dos impactes Sanitários

Em conformidade com Do MONTE (2010:78), a gestão dos riscos de saúde pública em sistema de reutilização de águas residuais para rega agrícola ou paisagística pode basear-se na eliminação dos patogénicos na água de rega, através de processo de desinfecção. Porém, é possível atingir um adequado controlo de risco, equivalente a este meio extremo de desinfecção, de forma menos dispendiosa, através de:

- Minimização de contacto das plantas com águas de rega constituídas por águas residuais submetidas a desinfecção parcial, o que se consegue através do método de rega;
- Selecção de plantas cuja parte consumível não contacta com a água e rega;

A selecção do método de rega representa um importante instrumento de controlo dos riscos para a saúde pública decorrentes da rega com águas residuais tratadas. O método de rega deve atender não só às conveniências de ordem agronómica, mas também a contaminação de culturas, solo, agricultores, que pode advir do modo como a água é aplicada.

3 METODOLOGIA DE PESQUISA

3.1 Método de Pesquisa

O presente trabalho utilizará o método de pesquisa hipotético-dedutivo, por este ser bastante usado no campo das pesquisas das ciências naturais e estar relacionado com a experimentação.

3.2 Métodos de procedimentos

Os métodos de procedimentos usados serão os métodos comparativos, pois os métodos comparativos realizam comparações com a finalidade de verificar semelhanças e explicar divergências. O método comparativo é usado tanto para comparações de grupos no presente, no passado, ou entre os existentes e os do passado, quanto entre sociedades de iguais ou de diferentes estágios de desenvolvimento.

3.3 Técnicas de pesquisa

As técnicas usadas na pesquisa serão de documentação indirecta, uma vez que fazem parte deste tipo de técnicas a pesquisa bibliográfica e a pesquisa documental.

4 APRESENTAÇÃO, ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DE DADOS

Este capítulo é reservado a análise e interpretação dos dados a partir dos instrumentos de recolha de dados, de modo a testar-se as hipóteses e daí alcançar-se os objectivos da pesquisa. Antes de começar a trabalhar com os dados, optou-se por caracterizar o local que decorreu a pesquisa. A caracterização do local respeitou a delimitação espacial do tema. De acordo com esta delimitação, esta pesquisa foi feita em Moçambique concretamente na cidade de Maputo.

De acordo com MARCONI & LAKATOS (2002:35), a análise e interpretação dos dados constituem dois processos distintos mas estreitamente relacionados, onde procura-se evidenciar os factos das relações existentes entre o fenómeno estudado e outros factores. Na análise, o pesquisador entra em detalhes dos dados colectados a fim de conseguir respostas às suas indagações e procurar estabelecer as relações necessárias entre os dados obtidos e as hipóteses formuladas.

Para facilitar o processo de recolha de dados, foram elaborados questionários de níveis diferentes com vista o alcance dos objectivos da pesquisa. Um dos questionários foi enviado ao Departamento de Água e Saneamento do Conselho Municipal da Cidade de Maputo, com vista a obter informações credíveis e dados sobre a rede de saneamento da Cidade de Maputo, bem como o funcionamento da Estação de Tratamento de Águas Residuais de Infulene. O outro questionário foi dirigido aos munícipes da cidade de Maputo, com vista a apurar o grau de satisfação ou de insatisfação com o desempenho da rede de esgotos da cidade.

4.1 Caracterização do Local da Pesquisa

Moçambique é um país africano situado na região da África Austral. É dotado de ricos e extensos recursos naturais. A economia do país é baseada principalmente na agricultura, mas o sector industrial, principalmente na fabricação de alimentos, bebidas, produtos químicos, alumínio e petróleo, está crescendo. Moçambique localiza-se no hemisfério meridional entre 10° e 27' latitude sul sendo o extremo mais setentrional o estuário do rio Rovuma no Cabo Quionga; e cerca de 26° e 52' latitude sul sendo o extremo mais meridional a Ponta de Ouro. E no Hemisfério oriental a cerca de 40° e 51' longitude este sendo o ponto

mais a leste a ponta Olungane (Matibane), em Nampula e a cerca de 30° e 12' longitude este sendo o extremo mais ocidental o rio Aruangua (Zumbo em Tete).

A capital de Moçambique é a cidade de Maputo, que é também o principal centro financeiro, corporativo e mercantil do país. Localiza-se na margem ocidental da Baía de Maputo, no extremo sul do país, perto da fronteira com África do Sul e, da fronteira com Suazilândia. Com a independência, a cidade sofreu um imenso afluxo populacional, devido à guerra civil travada no interior do país (1976-1992) e à falta de infra-estruturas nas zonas rurais. O natural crescimento demográfico faria também com que a cidade se transformasse muito ao longo dos anos 1980 e 1990.

O censo 2007 apontou uma população de 1 099 102 habitantes, um crescimento de 13,2% em relação ao censo anterior realizado em 1997, onde foram apurados 966 837 habitantes. Este crescimento populacional equivale a 1,2% ao ano, metade da média nacional de 2,4%. Segundo o INE (Instituto Nacional de Estatística), este crescimento populacional lento em Maputo é resultado da migração para a província de Maputo, principalmente para as zonas de expansão habitacional nos distritos de Boane, Marracuene e cidade da Matola.

4.1.1 Saneamento na cidade de Maputo

De acordo com a Unicef Moçambique, embora o acesso à água potável, saneamento e higiene (ASH) seja o cerne do desenvolvimento económico e social sustentável de uma nação, Moçambique está aquém de atingir as metas do Objectivo de Desenvolvimento do Milénio referente ao acesso à água potável e saneamento básico.

Desde 1990, a cobertura total do saneamento aumentou para 21%, mas a disparidade entre a cobertura nas zonas urbanas e rurais continua grande: 44% nas zonas urbanas vs. 11% nas zonas rurais. 40% das pessoas ainda praticam defecação a céu aberto, tendo diminuído de 66% em 1990. A falta de saneamento melhorado custa a Moçambique cerca de 4 biliões de meticais por ano devido às mortes prematuras, custos médicos e perdas de produtividade.

A cobertura do abastecimento de água potável é baixa, situando-se em 49%, com uma grande disparidade entre a cobertura urbana (80%) e a cobertura rural (30%). O desafio de melhorar as condições de ASH nas pequenas cidades/vilas é enorme; elas representam cerca de 15% da população urbana de Moçambique, quase 2 milhões de pessoas. Embora estas vilas sejam estratégicas para o desenvolvimento, os serviços de abastecimento de água

potável e saneamento ficaram muito para trás nos investimentos em grandes cidades, ou até nas zonas rurais circundantes.

As unidades sanitárias e escolas são instituições cruciais para sobrevivência e desenvolvimento das crianças, mas infelizmente são caracterizadas por níveis inadequados de abastecimento de água potável e saneamento.

Apesar dos enormes esforços que estão sendo feitos com vista a melhorar a questão de saneamento urbano, a cidade de Maputo enfrenta grandes problemas nesta área. A situação em algumas zonas da urbe, onde residem a maior parte da população urbana, continua a ser um dos maiores desafios da gestão urbana. O problema de saneamento é um tema de mera importância, constitui sem sombra de dúvidas, um dos principais desafios na satisfação das necessidades cada vez mais crescentes dos munícipes. As doenças devidas ao saneamento inadequado afectam cada vez mais pessoas, especialmente as crianças que olham para valas de drenagem como lugares de lazer.

4.1.2 Dados obtidos através de entrevista aos Munícipes

A entrevista foi feita especialmente aos munícipes residentes nos bairros periféricos, bairros não urbanizados da cidade de Maputo, visto que a situação de saneamento naquelas zonas é crítica. O objectivo foi de apurar como é feita a gestão das águas residuais naquelas zonas e se as soluções por eles implementadas não atentam contra a saúde pública.

- **Primeira questão:** Como avalia a situação do saneamento na cidade de Maputo?

A primeira questão foi feita com vista a apurar o grau de satisfação dos munícipes em relação à questão do saneamento na cidade de Maputo.

100% Dos entrevistados avaliaram negativamente o saneamento na cidade de Maputo, defenderam as suas posições falando das enormes quantidades de lixo que se vêem pelas ruas, as águas residuais que correm pelos bairros e as valas de drenagem que já não escoam as águas visto que estão cheias de areia e resíduos sólidos.



Figura 7: Vala de drenagem de águas pluviais, bairro Maxaquene A

Fonte: Autor

- **Segunda questão:** Como é feita a gestão dos esgotos no teu bairro?

O público-alvo da segunda questão foi o residente nos bairros periféricos, os bairros não urbanizados da cidade de Maputo, para apurar quais as soluções que as famílias encontram para colecta, evacuação ou até mesmo tratamento dos esgotos.

Por não terem disponível uma rede pública de colectores de esgotos, as populações acabam despejando as águas residuais domésticas nas pequenas valas de drenagem de águas pluviais existentes nos seus bairros, outras até fazem pequenas canalizações, evacuando as águas residuais provenientes das casas de banho para as valas. As famílias que se encontram distantes destas, despejam as águas nas ruas. As populações com um pouco mais de recursos financeiros, que têm casas de banho melhoradas, drenam as águas para fossas sépticas onde são depuradas.



Figura 8: Canalização de águas residuais domésticas para a rua. Bairro Maxaquene B

Fonte: Autor



Figura 9: Despejo de águas residuais domésticas na vala de drenagem de águas pluviais. Bairro da Mafalala

Fonte: Autor

As acções das populações de despejar águas residuais e depositar lixo nas valas de drenagem de águas pluviais é um atentado a saúde pública, sendo que essas águas são grandes vectores de microrganismos patogénicos. As crianças são a camada que mais tem chance de se contaminar com estas águas, visto que elas contactam directamente com as

mesmas enquanto brincam. Algumas famílias entram nas valas com os pés descalços, para fazerem limpezas nas valas quando o escoamento fica obstruído, ignorando os riscos de contaminação que correm.



Figura 10 Moradores do bairro Maxaquene fazendo limpezas na vala de drenagem.

Fonte: Autor

4.1.3 Dados obtidos através de entrevista ao chefe da Repartição de Saneamento do Departamento de Água e Saneamento do CMM

O questionário foi elaborado com vista a obter informações por parte do Departamento de Água e Saneamento do CMM, de como é feita a gestão das águas residuais na cidade de Maputo, bem como a descrição do funcionamento da rede pública de colectores de esgotos. As questões foram feitas ao chefe da repartição de saneamento, Engenheiro Júlio Mário Quive.

- **Primeira questão:** Como é feita a gestão das águas residuais na cidade de Maputo?

Falando da gestão das águas residuais, o chefe da repartição de saneamento do DAS referiu que a cidade de Maputo tem dois sistemas de colecta de esgotos. O primeiro sistema é designado sistema 1 e o segundo sistema 2. O sistema 1 drena as águas colectadas para o mar sem nenhum tratamento prévio e o sistema 2 drena as águas para a ETAR do Infulene onde as águas são tratadas.

- **Segunda questão:** Qual é a tipologia dos sistemas utilizados?

No que diz respeito a tipologia dos sistemas, a resposta foi que o sistema 1 é unitário na totalidade, drenando no mesmo colector as águas residuais domésticas e pluviais em simultâneo, enquanto o sistema 2 é separativo em alguns troços e pseudo-separativo noutros.

- **Terceira questão:** Os sistemas operam de forma eficiente?

Questionado se os sistemas de colecta de águas residuais operam de forma eficiente, a resposta foi que o sistema 1 apresenta grandes problemas por ser uma rede muito antiga e que os seus colectores encontram-se desgastados. O sistema 2 também não está funcionando como deve ser, pelo facto de ter as duas únicas estações de bombagem avariadas. As águas que não são escoadas por gravidade são perdidas no mar.

- **Quarta questão:** A rede de saneamento da cidade de Maputo tem um plano de manutenção regular?

Sobre a existência de um plano de manutenção, a resposta foi que a manutenção na rede é diária, pois os problemas surgem diariamente. Os planos anuais de manutenção geralmente são feitos para grandes obras. O CMM faz pequenas intervenções, quando se trata de grandes obras são contratadas empreitadas.

- **Quinta questão:** Qual é o rendimento da ETAR do Infulene?

A resposta foi que a Estação de Tratamento de Águas Residuais do Infulene (ETAR), está a trabalhar muito abaixo do rendimento se comparado ao projectado, que estima em 90 mil metros cúbicos de água por dia, mas trata cerca de 20 mil metros cúbicos, porque grande parte das águas não chega até a ETAR devido a avaria das estações de bombagem.

- **Sexta questão:** Quais são os processos envolvidos no tratamento de águas residuais na ETAR do Infulene?

A resposta à esta questão foi que estão envolvidos os seguintes processos na ETAR do Infulene:

- Gradagem: são retirados os sólidos em suspensão.
- Duas lagoas anaeróbias: Decomposição da matéria orgânica.
- Duas lagoas facultativas: Produção de oxigénio a partir da fotossíntese.

- **Sétima questão:** Há eficiência nos tratamentos da ETAR do Infulene?

Questionado sobre a eficiência dos tratamentos da ETAR, a resposta foi que a ETAR foi projectada para funcionar, mas nas condições em que ela se encontra actualmente, cheia de mato e carecendo de limpezas, o seu desempenho está comprometido. Reiterou ainda que estão sendo feitas obras neste momento, com vista a melhorar o actual cenário.

- **Oitava questão:** Há um plano de reaproveitamento das águas residuais tratadas na ETAR?

A resposta foi que após o tratamento, as águas são despejadas no rio Mulauze. Depois de desejadas no rio os camponeses usam a água para regar as suas culturas. Referiu ainda que foi aprovado um Plano Director, que prevê muitas obras de melhoria do sistema de drenagem, bem como um projecto de reutilização de água residual na agricultura e na Indústria. O projecto prevê ainda o aproveitamento das lamas fecais na agricultura, devido ao seu valor na fertilização de campos de cultivo.

4.1.4 Dados obtidos através de pesquisa documental no Departamento de Água e Saneamento do CMM

Os dados colectados através da pesquisa documental, têm como objectivo reforçar as informações obtidas através da entrevista ao chefe da Repartição de Saneamento do Departamento de Água e Saneamento do CMM.

A cidade de Maputo foi desenvolvida ao longo do estuário do Espírito Santo (designado por Baixa da Cidade) e estende-se por encostas de elevações distribuídas no sentido sul e este. A zona plana na parte norte da cidade predominante coberta pelo Aeroporto Internacional de Mavalane, atinge uma altitude aproximada de 40 m acima do nível do mar. Esta zona caracteriza-se por depressões do solo que atingem os 50 m de profundidade.

Para análise do sistema de drenagem a cidade foi subdividida em duas características: Cidade Cimento e Zona Peri-urbana.

Cidade Cimento: A cidade de cimento tem na sua maioria um sistema unitário de drenagem das águas residuais domésticas e pluviais. As águas residuais produzidas nas casas são descarregadas quer por fossas sépticas quer no sistema de drenagem das águas residuais

domésticas e pluviais. Nesta zona o sistema de drenagem encontra-se actualmente com capacidade abaixo das necessidades face a diminuição da capacidade de infiltração das águas no solo. Nos casos de chuvas com precipitações acima do normal, atinge-se o limite de capacidade do sistema e as águas pluviais drenam-se pelas estradas fora e acumulam-se nas zonas baixas e planas. Nesta zona o sistema de águas pluviais descarrega para o mar.

Zonas Peri-urbanas: na maior parte destas zonas não existe um sistema formal de drenagem. Nestas zonas as ravinas tem-se desenvolvido na parte ocidental da cidade em que as inclinações das encostas ultrapassam os 4%. Face aos movimentos de terra surgidos devido a criação das ravinas muitos órgãos de drenagem são bloqueados nestas zonas.

A cidade de Maputo apresenta cerca de 19 bacias de drenagem designadas por letras que vão de A à T (Bacias A-T), começando na parte sul em direcção a parte norte da cidade. A maior bacia de drenagem é a bacia de drenagem A que se situa no centro da cidade. As bacias de drenagem B e C compreendem os bairros de Maxaquene e Polana Caniço e são atravessadas pelas duas principais Avenidas, nomeadamente Vladimir Lenine e Julius Nyerere.

- Bacia D: estende-se na direcção Norte-Sul, entre Av. Kenneth Kaunda e Av. Maguiguana e na direcção Este-Oeste, do bairro da Malhangalene para a Costa. Esta bacia possui um sistema unitário de drenagem das águas residuais domésticas e pluviais.
- Bacia E: estende-se na Av. Ahmed sekou Touré e no fim da Av. 24 de Julho. Esta bacia possui um sistema unitário de drenagem de águas residuais domésticas e pluviais.
- Bacia F: localiza-se na zona central da cidade no sector mais baixo, conhecido como “baixa” – essa bacia estende-se desde a Av. Maguiguana até a zona do porto. Esta bacia possui um sistema unitário de drenagem de águas residuais domésticas e pluviais.
- Bacias G-H: as duas bacias têm um sistema operacional de drenagem das águas pluviais. A bacia G localiza-se no fim da Av. 24 de Julho, a bacia H localiza-se entre as Av. de Namaacha e a fronteira com a linha férrea.
- Bacia I: compreende uma zona do bairro de Chamanculo C e o cemitério de Lhanguene. Esta bacia ainda requer a construção do sistema de drenagem e saneamento.

- Bacia J: esta bacia localiza-se debaixo da última extensão do principal canal de Maputo, que se localiza na área do Jardim zoológico e o vale do Infulene.
- Bacia K: é uma bacia relativamente plana, e localiza-se no bairro de Chamanculo. Esta bacia não possui uma drenagem natural pelo que se deve abrir um canal aberto com vista a drenagem para Av. de Moçambique na bacia I.
- Bacia L: a bacia enquadra os seguintes bairros, nomeadamente: bairro Nsalene, Inhagoia, e uma parte do 25 de Junho e 7 de Abril. Há necessidade de construção de um canal aberto para o vale de Infulene.
- Bacia M: localiza-se na zona do bairro 25 de Junho em direcção a Infulene.
- Bacia O: esta bacia desenvolve-se como um reservatório da bacia do Aeroporto e depois liga a drenagem do vale do Infulene.
- Bacias P,Q e S: estes são os pontos de elevações em encostas que variam entre os 52 a 62m de altura. Com variação acima do nível médio das águas do mar na ordem dos 36m. A solução técnica destas bacias consiste num sistema de drenagem em canal aberto que se dirige para os pontos baixos na bacia T.
- Bacia R: esta bacia localiza-se na zona da praça da juventude e tem um reservatório que resultou de escavação para a retirada de materiais de construção (areia).
- Bacia T: esta bacia cobre uma série de “bairros” no noroeste de Maputo ao longo da linha férrea para Limpopo. Há necessidade de construção de valas para escoamento das águas.

Para a drenagem das bacias foram construídos dois sistemas, nomeadamente sistema 1 e sistema 2.

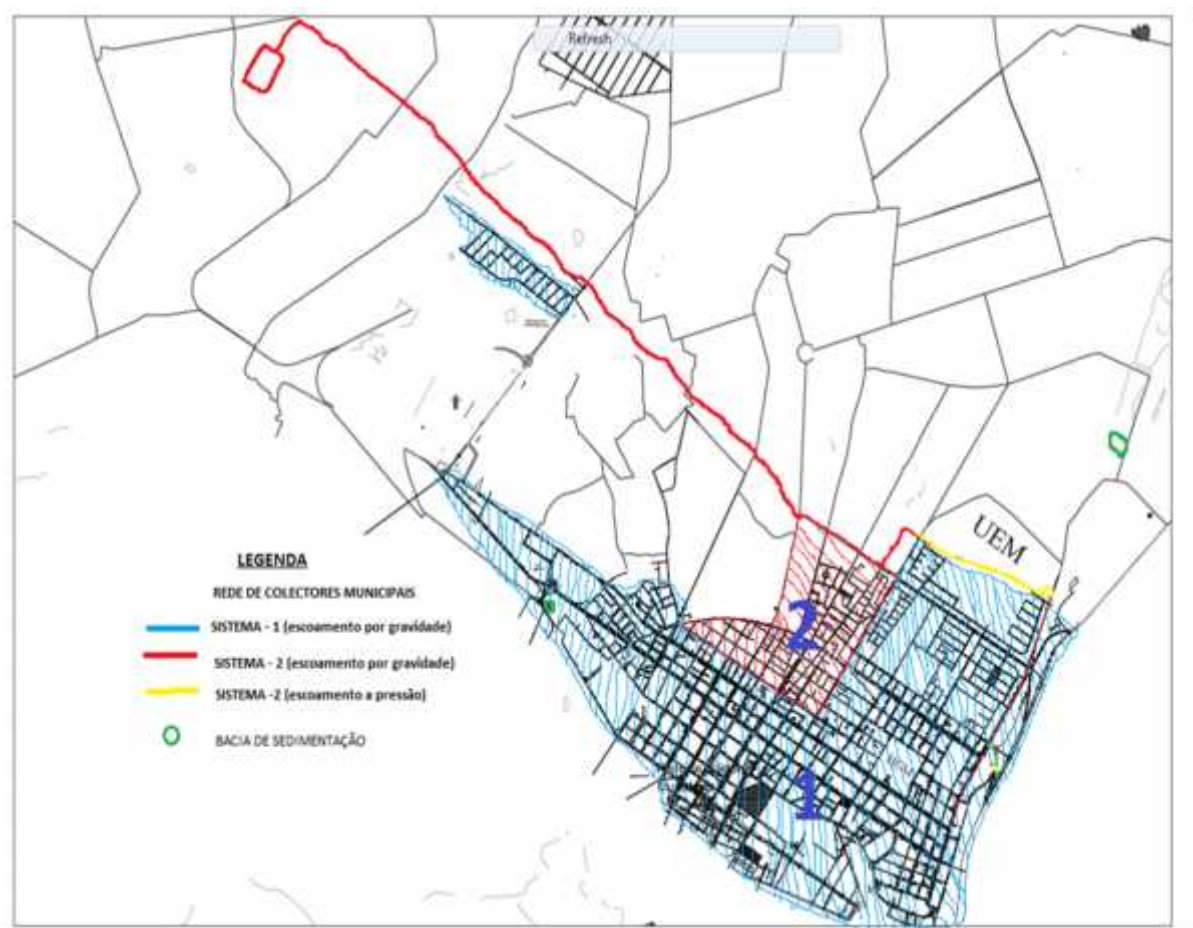


Figura 11: Sistemas de drenagem da Cidade de Maputo

Fonte: CMM

Sistema 1: Construído em 1949, com 1650 há de Área e gerido pelo CMM. O sistema 1 é composto por:

- 12 Emissários;
- 70 Km de Colectores;
- 5.000 Sarjetas;
- 2.500 Caixas de inspecção;
- 01 Bacia de sedimentação;
- 02 Estações elevatórias.

Sistema 2: Construído em 1980, com 1500 há de área e gerido pela DNA. O sistema 2 é composto por:

- 12600 m de Colectores;
- 16000 m de Valas revestidas;

- 3400 m de Valas não revestidas;
- 350 Caixas de inspecção;
- 670 Sarjetas
- 1500 m de aquedutos
- 04 Comportas de contenção e
- Uma Estação de tratamento.

O sistema 1 está sob responsabilidade do CMM, o sistema 2 está sob a responsabilidade da DNA, embora o CMM esteja a intervir em certas zonas na manutenção do sistema com vista ao melhor escoamento das águas residuais e pluviais. Esta em curso o processo de transferência da gestão do sistema 2 da DNA para o CMM.

4.1.5 Análise e interpretação de dados

Para Gil (1999: 168), “a interpretação tem como objectivo a procura do sentido mais amplo das respostas, o que é feito mediante sua ligação a outros conhecimentos anteriormente obtidos”. Os dados obtidos devem ser compreendidos como acontecem na realidade, e confrontados com as teorias existentes a respeito do assunto investigado, para que possam ser tabulados, permitindo que o pesquisador possa argumentar a respeito das teorias e factos que envolvem esses dados, assim como tirar as suas conclusões.

Analisando os dados colectados através de inquéritos aos munícipes, pode se concluir que o facto da rede pública de colectores de esgotos não passar por determinadas zonas, torna a situação do saneamento na cidade de Maputo crítica. Como foi citado anteriormente, para zonas onde a concentração populacional é elevada, o colector público tem de se fazer presente porque as soluções individuais acabam não sendo eficientes. O escoamento das águas residuais domésticas deve ser fechado, devido ao mau aspecto das águas, bem como o cheiro nauseabundo que apresentam. Infelizmente nas zonas periféricas de Maputo, as águas residuais domésticas são lançadas nas valas de drenagem de águas pluviais, contaminando o meio ambiente e colocando em risco a vida das pessoas.

O contacto com as águas residuais não é aconselhado, visto que estas águas transportam consigo microrganismos patogénicos que causam doenças ao homem. Alguns munícipes colocam a sua saúde em risco, entrando nas valas de drenagem sem nenhuma protecção, descalços, ignorando os perigos que correm. As fossas sépticas são construídas

sem se levar em conta a questão da poluição das águas subterrâneas. Os munícipes têm uma boa contribuição na questão da deficiência do saneamento da cidade de Maputo, visto que são os mesmos que jogam lixo nas valas de drenagem, alguns chegam até a efectuar despejos de lamas fecais.

Analisando os dados colectados no Departamento de Água e Saneamento do CMM, pode-se concluir que a rede pública de colectores de esgotos da cidade de Maputo precisa de uma grande intervenção, com vista a substituição dos colectores que já não encontram-se em bom estado. A rede de esgotos está dividida em dois sistemas, o sistema 1 e o sistema 2.

O sistema 1 é unitário, como foi referido anteriormente no capítulo da revisão bibliográfica, estes sistemas não são muito aconselhados pelo facto de causarem a poluição dos cursos de água em tempos chuvosos. No sistema unitário, as águas residuais comunitárias e pluviais são drenadas em simultâneo. Em caso de enchentes, as águas residuais são descartadas. A ineficiência do sistema é bem visível em tempos chuvosos, face à fraca capacidade de infiltração das águas no solo, é possível ver as águas residuais escorrendo pelas ruas da cidade e se acumulando nas zonas baixas.

Devido a composição das águas residuais, muitos autores salientaram que as águas não podem ser descarregadas no meio receptor sem um tratamento prévio. Mas as águas residuais colectadas no sistema 1 são lançadas directamente para o mar, sem passar por uma ETAR, ignorando completamente todas as implicações ambientais. Os colectores do sistema 1 já se encontram degradados, visto que é uma rede muito antiga, com aproximadamente 68 anos. O sistema 2 tem aproximadamente 37 anos, também carecendo de manutenções.

As águas colectadas no sistema 2 são tratadas na ETAR do Infulene e depois lançadas no rio Mulauze. Devido a avaria das estações de bombagem, enormes quantidades de águas residuais não chegam até a ETAR. O escoamento das águas até a ETAR é feito por gravidade. As enormes quantidades de águas residuais que necessitam de bombagem, são lançadas para o mar, comprometendo o meio ambiente. As águas que recebem tratamento, são lançadas no rio Mulauze e aproveitadas pelos camponeses para irrigação dos campos agrícolas. Para se avaliar a qualidade da água tratada devem ser feitos testes, a fim de medir a carga de poluentes. Nas condições actuais, as águas não são recomendadas para rega de hortícolas, mas sim de tubérculos, infelizmente o que se verifica é que não há uma selecção de culturas a serem produzidas naquela zona.

O trabalho de pesquisa tem como tese: A rede de saneamento da cidade de Maputo não é eficaz, porque há falta de um plano de manutenção. A tese foi comprovada, visto que os dados colectados sobre o sistema de drenagem, apontam que os problemas de escoamento na rede se devem a degradação dos colectores de águas residuais.

O pleno aproveitamento das enormes quantidades de águas residuais só será possível após a manutenção nas estações de bombagem e substituição de colectores danificados. Só assim a ETAR de Infulene poderá atingir o rendimento a que foi projectado.

5 CONCLUSÃO

A pesquisa teve como tema: Gestão e Aproveitamento de Águas Residuais na Cidade de Maputo. Neste campo de estudo, a preocupação era encontrar solução para a seguinte pergunta de pesquisa: como é feita a gestão das águas residuais na cidade de Maputo? A abordagem do tema tinha como objectivo geral “perceber como é feita a gestão das águas residuais na cidade de Maputo”. Para alcançar-se esse objectivo, foram feitas pesquisas documentais e entrevistas, de modo a conhecer o funcionamento da rede de saneamento da cidade de Maputo. A grande aglomeração de pessoas nas cidades, quando essas não disponibilizam infra-estruturas suficientes para a população, gera uma série de dificuldades de ordem ambiental e social, facto que justifica a deficiência do saneamento de esgotos na cidade de Maputo. Foram questionados moradores da cidade, especialmente os que vivem nos bairros periféricos, bairros por onde não passa a rede pública de colectores de águas residuais. Com a entrevista aos munícipes, foi possível apurar o grau de insatisfação dos mesmos em relação a questão do saneamento na cidade de Maputo, os mesmos justificaram a sua insatisfação apontando os grandes problemas que a cidade enfrenta, valas de drenagem entupidas, águas residuais domésticas sendo escoadas a céu aberto e enormes quantidades de resíduos sólidos nas valas de drenagem de águas pluviais. Para se desfazer das águas residuais, não tendo um colector público para fazer a ligação, os munícipes acabam achando soluções que não só agridem o meio ambiente mas também comprometem a saúde pública. As águas residuais são despejadas nas valas de águas pluviais, outras famílias chegam a efectuar o despejo nas ruas. Algumas pessoas têm casas de banho melhoradas, e os efluentes são drenados para fossas sépticas onde são depurados, mas a construção das mesmas não segue nenhuma regra, tal facto pode contribuir para a poluição das águas subterrâneas.

Com vista a conhecer-se o funcionamento da rede de esgotos da cidade de Maputo, foi feita uma pesquisa documental bem como uma entrevista ao chefe da repartição de saneamento do Departamento de Água e Saneamento do CMM. Foi possível apurar que a cidade de Maputo apresenta dois sistemas, nomeadamente sistema 1 e sistema 2, o sistema 1 é do tipo unitário, que drena todo tipo de águas residuais em simultâneo. Atentando contra o meio ambiente, as águas colectadas pelo sistema 1 são despejadas no mar sem passar por nenhum tratamento. As implicações do despejo das águas residuais não tratadas, tem implicações ambientais e sociais nefastas, pode-se falar da poluição de solos mortandade de animais aquáticos, contaminação de recursos hídricos, bem como de mananciais que

abastecem cidades. As águas residuais carregam com si microorganismos patogénicos que devem ser mortos nos processos de tratamento nas ETAR. Os colectores do sistema 1 encontram-se em avançado estado de degradação, atendendo e considerando que foram construídos já há bastante tempo.

O sistema 2 é pseudo-separativo em alguns troços, e noutras é separativo. O sistema 2 é mais recente comparando com o sistema 1, mas também é antigo e carecendo de muitas intervenções. Diferente do que acontece no sistema 1, o sistema 2 tem uma Estação de Tratamento de Águas Residuais, a ETAR do Infulene. Infelizmente nem todas as águas residuais colectadas chegam até a ETAR, devido a avaria das estações de bombagem. O escoamento até a ETAR é feito por gravidade e as águas que necessitam de bombagem são despejadas no mar. As águas tratadas na ETAR do Infulene são despejadas no rio Mulauze e reaproveitadas pelos camponeses na irrigação dos campos agrícolas.

6 BIBLIOGRAFIA

- Carvalho, Daniel F., Mello, Jorge L. P. e Da Silva, Leonardo D. B. (2007) Irrigação e Drenagem;
- Dacach, Nelson Gandur (1990) Saneamento Básico. Rio de Janeiro: EDC – Editora Didáctica E Científica LTDA.;
- De Faria, António S. Lobato e Neves, Maria Eduarda de C. Beja (1983) Sistema de Abastecimento de Água e Evacuação de Excreta em Zonas Rurais e Pequenas Comunidades. Lisboa: ICT;
- De Sousa, Eduardo Ribeiro e Abreu, Maria Rafaela (2008) Águas e Esgotos em Loteamentos Urbanos. Lisboa: LNEC, 7ª edição;
- Do Monte, Helena Marecos e Albuquerque, António (2010) Reutilização de Águas Residuais. Lisboa: Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos;
- Editora Nacional de Moçambique (2009) Atlas de Moçambique. Africa do Sul: Macmillan Publishers Limited;
- Garcez, Lucas Nogueira e Alvarez, Guillermo Acosta (1988) Hidrologia. São Paulo: Edgard Blucher Ltda;
- Gil, António Carlos (1999) Métodos e técnicas de pesquisa social. São Paulo: Atlas, 5ª edição;
- Hall, F. (1997) Manual de Redes de Águas e Esgotos. Lisboa: CETOP. [3ª edição];
- <http://s3.amazonaws.com/magoo/ABAAAAMGAA-2.jpg>
- <http://wwwwebah.com.br/content/ABAAAAMGAAK/hidrologia-lei-das-aguas?part=2>
- <http://www.fazfacil.com.br/reforma-construcao/calcular-capacidade-das-caixas/2/>
- http://www.cm-guimaraes.pt/frontoffice/pages/1096?news_id=2188
- Karl e Imhoff, Klaus R. (2004) Manual de Tratamento de Águas Residuárias. São Paulo: Edgard Blucher Ltda. [4ª edição];
- Lakatos, E. M & Marconi, M. A. (2002) Técnicas de Pesquisa. São Paulo: Atlas, 5ª Edição;
- Leme, Francilio Paes (1982) Engenharia do Saneamento Ambiental. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora;
- Lobo, Luiz (2003) Saneamento Básico: EM BUSCA DA UNIVERSALIZAÇÃO. Brasília: Luiz Lobo sp;

- Macintyre, Archibald Joseph (1990) Manual de Instalações Hidráulicas e Sanitárias. Rio de Janeiro: LTC;
- Macintyre, Archibald Joseph (1996) Instalações Hidráulicas Prediais e Industriais. Rio de Janeiro: LTC, 3ª edição;
- Mota, Suetônio (2003) Urbanização E Meio Ambiente. Rio de Janeiro: ABES, 3ª edição;
- ONU – Agenda 21 <http://uep.org/documents.multilingua>
- Pedroso, Vitor M. R. (2008) Manual dos Sistemas Prediais de Distribuição e Drenagem de Águas. Lisboa: LNEC, 4ª edição;
- República de Moçambique (2003) Boletim da República. Lei nr 30/2003 de 1 de Junho. Série I. nr. 26. Maputo;
- Tucci, C.E.M. (2002) Hidrologia: Ciência e Aplicação. Porto Alegre: Editora UFRGS/ABRH;
- Tucci, C.E.M. (2002) Impactos da Variabilidade de Climática e Uso do Solo Sobre Recursos Hídricos. Porto Alegre: Agência Nacional das Águas – ANA;

GLOSSÁRIO

Aerossois: são partículas aquosas de diâmetro inferior a 50mm em suspensão no ar.

Água reutilizável: água residual submetida a uma linha de tratamento capaz de compatibilizar as características qualitativas dessa água com as requeridas para uma ou mais utilizações.

Avaliação de risco: caracterização qualitativa ou quantitativa dos potenciais efeitos prejudiciais resultantes da exposição a substâncias ou situação de perigo.

Biofilme: camada adstrita a uma superfície em contacto com a água, formada pelas secreções poliméricas de microrganismos.

Eutrofização: é o crescimento excessivo de plantas aquáticas, para níveis que afectam a utilização normal e desejável da água.

Evapotranspiração: perda água do solo por evaporação e concomitante perda de água da planta por transpiração.

Exposição: contacto com um agente químico, físico ou biológico, através de ingestão, inalação ou por contacto dérmico.

Fiabilidade de uma ETAR ou de uma unidade de tratamento: a probabilidade de a mesma apresentar um desempenho adequado durante um determinado período de tempo.

Gestão sustentável dos recursos hídricos: gestão dos recursos hídricos de modo que as necessidades do presente sejam satisfeitas sem comprometer as necessidades das gerações futuras.

Incrustação: depósitos que se formam no interior das tubagens, devido à fixação de substâncias em suspensão e da precipitação de sólidos dissolvidos que se transformam em sólidos insolúveis.

Infiltração: propriedade do solo relativa à entrada da água, por gravidade, nos interstícios do solo.

Macronutrientes: elementos essenciais para que as plantas completem o seu ciclo vegetativo e que estas absorvem em quantidades maiores do que dos chamados micronutrientes, também essenciais. Incluem-se neste grupo os seguintes elementos: azoto (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S).

Macronutrientes principais: macronutrientes necessários em maior quantidade e que geralmente têm de ser fornecidos sob a forma de adubo. Incluem o azoto (N), fósforo (P) e o potássio (K).

Micronutrientes: elementos essenciais ao desenvolvimento das plantas, mas em reduzidas quantidades e que são susceptíveis de causar toxicidade acima de certos teores. Incluem o ferro (Fe), manganês (Mn), zinco (Zn), cobre (Cu), boro (B), molibdénio (Mo) e cloro (Cl).

Microrganismos emergentes: microrganismos patogénicos resistentes aos fármacos, com a consequente emergência de doenças que se julgavam controladas.

Microrganismos indicadores de contaminação: microrganismos não patogénicos que acompanham a presença de microrganismos patogénicos e que são utilizados para estimar a presença destes últimos.

Microrganismos patogénicos: microrganismos susceptíveis de provocar doenças nos hospedeiros em que se encontram.

Permeabilidade: propriedade relativa à facilidade com que a água infiltrada percola pelo solo.

Poluentes emergentes: substâncias químicas cuja presença na água foi identificada recentemente e que aguardam o desenvolvimento de informação sobre o seu impacto na saúde e no ambiente.

Reciclagem da água: reutilização da água para a mesma finalidade da sua prévia utilização.

Reutilização da água: utilização da água residual tratada para uma aplicação com benefício económico ou ambiental.

Reutilização indirecta: incorporação de águas residuais tratadas numa massa de água, como albufeira ou um aquífero, utilizada como origem de água bruta para produção de água potável.

Risco: probabilidade de um organismo exposto a um perigo específico desenvolver efeitos prejudiciais.