

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL

**REÚSO DE ÁGUA NO DISTRITO FEDERAL: ESTUDO DA
POTENCIALIDADE DO APROVEITAMENTO DE ESGOTOS
SANITÁRIOS**

ILMA DE JESUS SANTOS

ORIENTADOR: MARCO ANTONIO ALMEIDA DE SOUZA

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM
TECNOLOGIA AMBIENTAL E RECURSOS HÍDRICOS**

PUBLICAÇÃO: MTARH.DM – 022A/2000

BRASÍLIA / DF: AGOSTO - 2000

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL

**REÚSO DE ÁGUA NO DISTRITO FEDERAL: ESTUDO DA
POTENCIALIDADE DO APROVEITAMENTO DE ESGOTOS
SANITÁRIOS**

ILMA DE JESUS SANTOS

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO SUBMETIDA AO DEPARTAMENTO DE
ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL DA FACULDADE DE TECNOLOGIA DA
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS
PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE.**

APROVADA POR:

Prof. Marco Antonio Almeida de Souza, PhD (ENC - UnB)
(ORIENTADOR)

Prof. Oscar de Moraes Cordeiro Netto, Doutor (ENC - UnB)
(EXAMINADOR INTERNO)

Prof. Bruno Coraucci Filho, Doutor (FEC - UNICAMP)
(EXAMINADOR EXTERNO)

DATA: BRASÍLIA / DF, 18 DE AGOSTO DE 2000.

FICHA CATALOGRÁFICA

SANTOS, ILMA DE JESUS

Reúso de água no Distrito Federal: Estudo da potencialidade do aproveitamento de esgotos sanitários. [Distrito Federal] 2000.

xix, 139p., 210 x 297 mm (ENC/FT/UnB, Mestre, Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos, 2000).

Dissertação de Mestrado – Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental.

- | | |
|-------------------|----------------------|
| 1. Reúso de águas | 2. Águas residuárias |
| 3. Adequabilidade | 4. Potencialidade |
| I. ENC/FT/UnB | II. Título (série) |

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

SANTOS, I. J. (2000). Reúso de água no Distrito Federal: Estudo da potencialidade do aproveitamento de esgotos sanitários. [Distrito Federal] 2000. Dissertação de Mestrado, Publicação MTARH.DM-022A/2000, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 139p.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Ilma de Jesus Santos

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO: Reúso de água no Distrito Federal: Estudo da potencialidade do aproveitamento de esgotos sanitários.

GRAU / ANO: Mestre / 2000

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

Ilma de Jesus Santos

Rua Nossa Sra. do Resgate, Cond. Colina Verde, Bloco XXII, Aptº. 202, Cabula, CEP 41.150.100. Salvador - BA – BRASIL.

Aos meus pais, a Ignacio e à minha família

AGRADECIMENTOS

A Deus, por tudo.

Ao Professor Marco Antonio Almeida de Souza, pela orientação e acompanhamento durante o desenvolvimento deste trabalho.

A Luiz Roberto Santos Moraes, pelas inúmeras formas de auxílio, estímulo, ensinamentos e pelo imprescindível apoio para a realização deste curso.

Aos Professores Oscar de Moraes Cordeiro Netto e Ricardo Silveira Bernardes, pela atenção e sugestões durante o período de realização deste trabalho.

À Companhia de Saneamento do Distrito Federal – CAESB, pela concessão dos dados.

A todos os profissionais da CAESB, em especial à Adalete Machado, Ana Maria Machado, Antônio Carlos Teixeira Pinto, Belchior Pereira Machado, Cristiano Mano, João A. Bernaud Burnett, José de Castro Gomes, Klaus Dieter Neder, Mauro Felizzato, Neiva Azolin e Raquel Brostel, pela ajuda, paciência e atenção na aquisição dos dados.

A todos os colegas do Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos, pelo carinho, incentivo e apoio durante a realização deste trabalho.

Ao CNPq, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pelo auxílio financeiro para a realização deste trabalho.

RESUMO

O presente trabalho enfoca a viabilidade do reúso de água no Distrito Federal (DF). O seu principal objetivo foi avaliar a qualidade e a quantidade das águas residuárias tratadas, visando ao reúso planejado de água para fins não potáveis, a partir da análise de dados disponíveis.

Foram identificadas quinze estações de tratamento de esgotos (ETE's) em operação no DF, e foi estudado o efluente dessas estações. Para avaliar a qualidade das águas residuárias tratadas, foram identificadas as características medidas no efluente final das ETE's e comparadas com os critérios de qualidade da água para reúso. Nessa análise, foram consideradas as concentrações de pH, DBO, Alcalinidade, Sólidos Suspensos, Alumínio solúvel, Amônia e Coliforme Fecal. Em relação a essas características, constatou-se que a maioria dos efluentes estudados apresentou-se inadequada aos vários tipos de reúso de água. Contudo, observou-se que facilmente eles poderiam ser tratados para tornarem-se adequados ao reúso urbano com e sem restrições, ao reúso agrícola, e ao reúso recreacional. Na análise quantitativa, verificou-se a oferta de água residuária em cada ETE.

Os resultados indicaram que, em geral, as ETE's apresentam bom desempenho operacional. Entretanto, será necessário adequar as águas residuárias aos critérios de qualidade, de acordo com as formas de reúso para as quais se pretende utilizá-las. Verificou-se que as vazões de esgotos são capazes de suprir a demanda para irrigação agrícola de algumas áreas do DF. Na bacia hidrográfica do lago Paranoá, que dispõe de 518,44 ha de área irrigada e demanda 518,98 l/s de água, há oferta de 1.360,50 l/s de efluente tratado. Entretanto, há regiões onde existe a oferta de efluente, porém não há áreas irrigadas, sendo necessário o transporte da água caso ocorra o reúso, como ocorre na bacia hidrográfica do rio Corumbá.

Com base nos resultados, são apresentadas diretrizes para a adequação das águas residuárias visando à implementação do reúso planejado de água no DF. Propõe-se a adequação aos padrões de qualidade da água para reúso, por meio de processos de tratamentos adicionais simples, e o monitoramento dos efluentes, examinando-se características importantes ao controle sanitário das águas destinadas ao reúso.

ABSTRACT

This work focuses the water reuse viability in the Federal District (DF), Brazil. Its major objective was to evaluate the quality and quantity of the treated wastewaters, having in mind the planned non-potable water reuse and analysing the available data.

It was identified fifteen wastewater treatment plants (WTP) operating in the DF and their effluents were studied. For evaluating the quality of these treated wastewaters, it were identified the measured effluent characteristics and they were compared to the water reuse criteria. In this analysis, it was considered pH, BOD, Alkalinity, Suspended Solids, Soluble Aluminium, Ammonia, and Faecal Coliform. Related to these characteristics, it was observed that the majority of the studied effluents were inadequate to the many types of water reuse. However, it was also observed that these effluents could be easily treated for complying with urban reuse with and without restrictions, agricultural reuse, and recreational reuse. In addition, the quantitative analysis showed the wastewater supply capacity in each WTP.

The results indicated that most of WTP's presents good operation performance. However, it will be necessary to adequate the wastewaters to the quality criteria, according to the chosen water reuse types. It was verified that wastewater flowrates are capable of supplying the water demand for agricultural irrigation in some DF regions. For instance, in the Paranoa lake watershed, there are 518.44 ha of irrigated area, demanding 518.98 l/s of water, while there is a supply of 1,360.50 l/s of treated effluent. However, there are some regions where there exists wastewater supply but there is no irrigation, obliging the water transport to another region. This is the case, for example, of the Corumba river watershed.

Based on these results, some guidelines are presented for making the wastewater adequate to an eventual plan for water reuse in DF. Some simplified wastewater treatment processes and effluent monitoring for sanitary control of usable wastewater were proposed.

ÍNDICE

1- INTRODUÇÃO	1
1.1- OBJETIVO	4
1.2- ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO.....	4
2- FUNDAMENTOS TEÓRICOS	6
2.1- TERMINOLOGIA DO REÚSO DE ÁGUA.....	6
2.2- CASOS REAIS DE EMPREGO DO REÚSO DE ÁGUAS	6
2.3- OPÇÕES PARA O USO DAS ÁGUAS RESIDUÁRIAS	11
2.3.1- Irrigação agrícola.....	11
2.3.2- Irrigação paisagística.....	12
2.3.3- Reúso industrial.....	12
2.3.4- Represamentos recreacionais	12
2.3.5- Recarga de águas subterrâneas	12
2.3.6- Criação e recuperação de ecossistemas aquáticos.....	13
2.3.7- Aumento das fontes de águas superficiais.....	13
2.3.8- Outros usos	13
2.4- CRITÉRIOS DE QUALIDADE PARA REÚSO DE ÁGUA.....	13
2.4.1- Critérios de qualidade da água para irrigação	16
2.5- TECNOLOGIAS DE RENOVAÇÃO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS	21
2.6- ESTUDOS E PESQUISAS REALIZADAS SOBRE REÚSO DE ÁGUA.....	25
3- METODOLOGIA	26
3.1- LEVANTAMENTO DE FONTES DE INFORMAÇÃO.....	26
3.2- CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	26
3.3- CARACTERIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTOS.....	27
3.3.1- Descrição dos processos de tratamento das estações de tratamento de esgotos.....	27
3.3.2- Caracterização do efluente final	27
3.3.3- Identificação das vazões disponíveis para reúso.....	29
3.4- LEVANTAMENTO DE CRITÉRIOS PARA O REÚSO DA ÁGUA	29
3.5- COMPARAÇÕES	30
4- ÁREA DE ESTUDO	31
4.1- RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS DO DISTRITO FEDERAL	35
4.2- BACIAS HIDROGRÁFICAS DO DISTRITO FEDERAL	36

4.2.1-	Bacia hidrográfica do lago Paranoá.....	37
4.2.2-	Bacia hidrográfica do rio Descoberto.....	38
4.2.3-	Bacia hidrográfica do rio São Bartolomeu.....	38
4.2.4-	Bacia hidrográfica do rio Corumbá.....	40
4.2.5-	Bacia hidrográfica do rio São Marcos.....	41
4.2.6-	Bacia hidrográfica do rio Preto.....	41
4.2.7-	Bacia hidrográfica do rio Maranhão.....	42
4.3-	ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO DISTRITO FEDERAL.....	42
5-	ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	46
5.1-	CENÁRIO ATUAL DAS ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTOS.....	46
5.1.1-	Estação de Tratamento de Esgotos Sobradinho.....	46
5.1.2-	Estação de Tratamento de Esgotos Brazlândia.....	48
5.1.3-	Estação de Tratamento de Esgotos Brasília Sul.....	48
5.1.4-	Estação de Tratamento de Esgotos Brasília Norte.....	49
5.1.5-	Estação de Tratamento de Esgotos Paranoá.....	50
5.1.6-	Estação de Tratamento de Esgotos Torto.....	51
5.1.7-	Estação de Tratamento de Esgotos Samambaia.....	51
5.1.8-	Estação de Tratamento de Esgotos Buriti.....	52
5.1.9-	Estação de Tratamento de Esgotos Riacho Fundo.....	53
5.1.10-	Estação de Tratamento de Esgotos Vila Aeronáutica.....	54
5.1.11-	Estação de Tratamento de Esgotos Alagado.....	55
5.1.12-	Estação de Tratamento de Esgotos Planaltina.....	55
5.1.13-	Estação de Tratamento de Esgotos São Sebastião.....	56
5.1.14-	Estação de Tratamento de Esgotos Recanto das Emas.....	57
5.1.15-	Estação de Tratamento de Esgotos Vale do Amanhecer.....	57
5.2-	CARACTERIZAÇÃO DAS ÁGUAS RESIDUÁRIAS.....	67
5.2.1-	Análise da qualidade do efluente.....	69
5.2.2-	Análise quantitativa.....	84
6-	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	87
6.1-	CONCLUSÕES.....	87
6.2-	RECOMENDAÇÕES PARA PESQUISAS FUTURAS.....	89
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	91
	APÊNDICES.....	97
	APÊNDICE A – DADOS DAS PRINCIPAIS ATIVIDADES AGRÍCOLAS DESENVOLVIDAS NAS REGIÕES ADMINISTRATIVAS DO DISTRITO FEDERAL.....	98

APÊNDICE B - DADOS DE VAZÕES DAS ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTOS – 1999.....	101
APÊNDICE C – DADOS DE EFICIÊNCIA DAS ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTOS - 1999.....	104
APÊNDICE D – ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS PRIMÁRIOS DAS ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTOS.....	108

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1 - Terminologias e conceitos empregados no reúso de água.....	7
Tabela 2.2 - Projetos de reutilização de águas nos Estados Unidos	8
Tabela 2.3 - Opções para o uso de águas residuárias	11
Tabela 2.4 - Áreas irrigadas com águas residuárias.....	12
Tabela 2.5 - Exemplos de normas e padrões de reúso vigentes em diversos países.....	14
Tabela 2.6 - Critérios do Estado da Califórnia para tratamento e reúso da água – 1978.....	15
Tabela 2.7 - Diretrizes recomendadas pela OMS para a qualidade microbiológica das águas residuárias empregadas na agricultura – padrões de 1989.....	17
Tabela 2.8 - Qualidade da água e problemas potenciais nos sistemas de irrigação por gotejamento	18
Tabela 2.9 – Padrões adotados na Tunísia para a água residuária recuperada utilizada na agricultura - 1989.....	18
Tabela 2.10 - Resumo das diretrizes sugeridas pela EPA para reúso de água – 1992	20
Tabela 2.11 - Processos e operações unitárias mais empregados na recuperação da água residuária	22
Tabela 2.12 - Remoção prevista de organismos patogênicos por diversos processos de tratamento de águas residuárias.....	22
Tabela 2.13 – Métodos de tratamento recomendados pela OMS em 1989 para satisfazer os critérios sanitários estabelecidos para o aproveitamento de águas residuárias	23
Tabela 4.1 - População residente, área e densidade demográfica segundo as Regiões Administrativas do Distrito Federal - 1991 e 1996.....	32
Tabela 4.2 - Consumo de água no Distrito Federal por região administrativa	34
Tabela 4.3 - Região hidrográfica, bacias e área – Distrito Federal	35
Tabela 4.4 - Estimativas da população e demanda hídrica para as regiões administrativas localizadas na bacia hidrográfica do lago Paranoá	37
Tabela 4.5 - Áreas irrigadas e demanda hídrica para a bacia hidrográfica do lago Paranoá	38
Tabela 4.6 - Estimativas da população e demanda hídrica para as regiões administrativas localizadas na bacia hidrográfica do rio Descoberto.....	39
Tabela 4.7 - Áreas irrigadas e demanda hídrica para a bacia hidrográfica do rio Descoberto	39
Tabela 4.8 - Estimativas da população e demanda hídrica para as regiões administrativas localizadas na bacia hidrográfica do rio São Bartolomeu	40
Tabela 4.9 - Áreas irrigadas e demanda hídrica para a bacia hidrográfica do rio São Bartolomeu	40

Tabela 4.10 - Estimativas da população e demanda hídrica para as Regiões Administrativas localizadas na bacia hidrográfica do rio Corumbá.....	41
Tabela 4.11 - Áreas irrigadas e demanda hídrica para a bacia hidrográfica do rio São Marcos	41
Tabela 4.12 - Áreas irrigadas e demanda hídrica para a bacia hidrográfica do rio Preto	42
Tabela 4.13 - Áreas irrigadas e demanda hídrica para a bacia do rio Maranhão	42
Tabela 4.14 - Concepção do atual sistema de esgotamento sanitário do Distrito Federal....	45
Tabela 5.1 - Descrição das estações de tratamento de esgotos.....	47
Tabela 5.2 - Remoções médias anuais de DQO, SS, NTK, PT e DBO apresentadas pelas estações de tratamento de esgotos - 1999	59
Tabela 5.3 - Características dos principais sistemas de lagoas para remoção de demanda bioquímica de oxigênio, nitrogênio, fósforo e coliformes fecais.....	66
Tabela 5.4 - Valores indicativos das porcentagens médias removidas dos principais constituintes de esgotos em vários métodos de tratamento por disposição no solo.....	67
Tabela 5.5 - Concentrações médias tomadas como típicas das águas residuárias brutas do Distrito Federal	68
Tabela 5.6 – Métodos utilizados na determinação das características das águas residuárias	68
Tabela 5.7 - Características físicas, químicas e microbiológicas do efluente final das estações de tratamento de esgoto, determinadas nos laboratórios da CAESB – 1999 .	69
Tabela 5.8 - Concentrações de sólidos suspensos e usos recomendados	70
Tabela 5.9 - Concentrações de DBO e usos recomendados	71
Tabela 5.10 - Concentrações de coliformes fecais e usos recomendados	72
Tabela 5.11 - Concentrações de pH e usos recomendados.....	73
Tabela 5.12 - Concentração de turbidez e usos recomendados	73
Tabela 5.13 - Outros parâmetros e usos recomendados.....	74
Tabela A 1 - Área irrigada das principais atividades agrícolas do Distrito Federal (hectare)	99
Tabela A 2 - Classificação de cultivos do Distrito Federal	99
Tabela A 3 - Distribuição da área irrigada por método de irrigação. Área produtiva e Agências de Desenvolvimento Local	100
Tabela B 1 - Vazão média mensal afluyente às estações de tratamento de esgotos – 1999	102
Tabela B 2 - Vazão média mensal efluente às estações de tratamento de esgotos – 1999	103
Tabela C 1 - Eficiência de remoções médias mensais de DQO das estações de tratamento de esgotos – 1999.....	105
Tabela C 2 - Eficiência de remoções médias mensais de SS das estações de tratamento de esgotos – 1999.....	105

Tabela C 3 - Eficiência de remoções médias mensais de NTK das estações de tratamento de esgotos	106
Tabela C 4 - Eficiência de remoções médias mensais de PT das estações de tratamento de esgotos – 1999	106
Tabela C 5 - Eficiência de remoções médias mensais de DBO das estações de tratamento de esgotos – 1999	107
Tabela D 1 - Estação de Tratamento de Esgotos Sobradinho - pH	109
Tabela D 2 - Estação de Tratamento de Esgotos Brazlândia (1) - pH	109
Tabela D 3 - Estação de Tratamento de Esgotos Brazlândia (2) - pH	109
Tabela D 4 - Estação de Tratamento de Esgotos Sul - pH	110
Tabela D 5 - Estação de Tratamento de Esgotos Norte - pH	110
Tabela D 6 - Estação de Tratamento de Esgotos Torto - pH	110
Tabela D 7 - Estação de Tratamento de Esgotos Samambaia (1) - pH	111
Tabela D 8 - Estação de Tratamento de Esgotos Samambaia (2) - pH	111
Tabela D 9 - Estação de Tratamento de Esgotos Paranoá - pH	111
Tabela D 10 - Estação de Tratamento de Esgotos Riacho Fundo (2) - pH	112
Tabela D 11 - Estação de Tratamento de Esgotos Riacho Fundo (3) - pH	112
Tabela D 12 - Estação de Tratamento de Esgotos Planaltina (1) - pH	112
Tabela D 13 - Estação de Tratamento de Esgotos Planaltina (2) - pH	113
Tabela D 14 - Estação de Tratamento de Esgotos Recanto das Emas - pH	113
Tabela D 15 - Estação de Tratamento de Esgotos São Sebastião (1) - pH	113
Tabela D 16 - Estação de Tratamento de Esgotos São Sebastião (2) - pH	114
Tabela D 17 - Estação de Tratamento de Esgotos Vale do Amanhecer - pH	114
Tabela D 18 - Estação de Tratamento de Esgotos Sobradinho - Alcalinidade	114
Tabela D 19 - Estação de Tratamento de Esgotos Brazlândia (1) - Alcalinidade	115
Tabela D 20 - Estação de Tratamento de Esgotos Brazlândia (2) - Alcalinidade	115
Tabela D 21 - Estação de Tratamento de Esgotos Sul - Alcalinidade	115
Tabela D 22 - Estação de Tratamento de Esgotos Torto - Alcalinidade	116
Tabela D 23 - Estação de Tratamento de Esgotos Samambaia (1) - Alcalinidade	116
Tabela D 24 - Estação de Tratamento de Esgotos Samambaia (2) - Alcalinidade	116
Tabela D 25 - Estação de Tratamento de Esgotos Riacho Fundo (2) - Alcalinidade	117
Tabela D 26 - Estação de Tratamento de Esgotos Riacho Fundo (3) - Alcalinidade	117
Tabela D 27 - Estação de Tratamento de Esgotos Planaltina (1) - Alcalinidade	117
Tabela D 28 - Estação de Tratamento de Esgotos Planaltina (2) - Alcalinidade	118
Tabela D 29 - Estação de Tratamento de Esgotos Recanto das Emas - Alcalinidade	118
Tabela D 30 - Estação de Tratamento de Esgotos São Sebastião (1) - Alcalinidade	118
Tabela D 31 - Estação de Tratamento de Esgotos São Sebastião (2) - Alcalinidade	119

Tabela D 32 - Estação de Tratamento de Esgotos Vale do Amanhecer - Alcalinidade	119
Tabela D 33 - Estação de Tratamento de Esgotos Sobradinho - DBO	119
Tabela D 34 - Estação de Tratamento de Esgotos Brazlândia (2) - DBO.....	120
Tabela D 35 - Estação de Tratamento de Esgotos Sul - DBO.....	120
Tabela D 36 - Estação de Tratamento de Esgotos Norte - DBO.....	120
Tabela D 37 - Estação de Tratamento de Esgotos Torto - DBO	121
Tabela D 38 - Estação de Tratamento de Esgotos Buriti - DBO.....	121
Tabela D 39 - Estação de Tratamento de Esgotos Samambaia (1) - DBO.....	121
Tabela D 40 - Estação de Tratamento de Esgotos Samambaia (2) - DBO.....	122
Tabela D 41 - Estação de Tratamento de Esgotos Paranoá - DBO.....	122
Tabela D 42 - Estação de Tratamento de Esgotos Riacho Fundo (2) - DBO.....	122
Tabela D 43 - Estação de Tratamento de Esgotos Riacho Fundo (3) - DBO.....	123
Tabela D 44 - Estação de Tratamento de Esgotos Alagado - DBO	123
Tabela D 45 - Estação de Tratamento de Esgotos Planaltina (1) - DBO	123
Tabela D 46 - Estação de Tratamento de Esgotos Planaltina (2) - DBO	124
Tabela D 47 - Estação de Tratamento de Esgotos Recanto das Emas - DBO.....	124
Tabela D 48 - Estação de Tratamento de Esgotos São Sebastião (1) - DBO.....	124
Tabela D 49 - Estação de Tratamento de Esgotos São Sebastião (2) - DBO.....	125
Tabela D 50 - Estação de Tratamento de Esgotos Vale do Amanhecer - DBO.....	125
Tabela D 51 - Estação de Tratamento de Esgotos Sobradinho - SS	125
Tabela D 52 - Estação de Tratamento de Esgotos Brazlândia (1) - SS	126
Tabela D 53 - Estação de Tratamento de Esgotos Brazlândia (2) - SS	126
Tabela D 54 - Estação de Tratamento de Esgotos Brasília Sul - SS	126
Tabela D 55 - Estação de Tratamento de Esgotos Brasília Norte - SS.....	127
Tabela D 56 - Estação de Tratamento de Esgotos Torto - SS	127
Tabela D 57 - Estação de Tratamento de Esgotos Buriti - SS.....	127
Tabela D 58 - Estação de Tratamento de Esgotos Samambaia (1) - SS.....	128
Tabela D 59 - Estação de Tratamento de Esgotos Samambaia (2) - SS.....	128
Tabela D 60 - Estação de Tratamento de Esgotos Paranoá - SS	128
Tabela D 61 - Estação de Tratamento de Esgotos Riacho Fundo (2) - SS.....	129
Tabela D 62 - Estação de Tratamento de Esgotos Riacho Fundo (3) - SS.....	129
Tabela D 63 - Estação de Tratamento de Esgotos Alagado - SS	129
Tabela D 64 - Estação de Tratamento de Esgotos Planaltina (1) - SS	130
Tabela D 65 - Estação de Tratamento de Esgotos Planaltina (2) - SS	130
Tabela D 66 - Estação de Tratamento de Esgotos Recanto das Emas - SS.....	130
Tabela D 67 - Estação de Tratamento de Esgotos São Sebastião (1) - SS.....	131
Tabela D 68 - Estação de Tratamento de Esgotos São Sebastião (2) - SS.....	131

Tabela D 69 - Estação de Tratamento de Esgotos Vale do Amanhecer - SS.....	131
Tabela D 70 - Estação de Tratamento de Esgotos Sobradinho - Amônia.....	132
Tabela D 71 - Estação de Tratamento de Esgotos Brazlândia (1) - Amônia.....	132
Tabela D 72 - Estação de Tratamento de Esgotos Brazlândia (2) - Amônia.....	132
Tabela D 73 - Estação de Tratamento de Esgotos Brasília Sul - Amônia.....	133
Tabela D 74 - Estação de Tratamento de Esgotos Brasília Norte - Amônia.....	133
Tabela D 75 - Estação de Tratamento de Esgotos Samambaia (1) - Amônia.....	133
Tabela D 76 - Estação de Tratamento de Esgotos Samambaia (2) - Amônia.....	134
Tabela D 77 - Estação de Tratamento de Esgotos Riacho Fundo (2) - Amônia.....	134
Tabela D 78 - Estação de Tratamento de Esgotos Riacho Fundo (3) - Amônia.....	134
Tabela D 79 - Estação de Tratamento de Esgotos Planaltina (1) - Amônia.....	135
Tabela D 80 - Estação de Tratamento de Esgotos Planaltina (2) - Amônia.....	135
Tabela D 81 - Estação de Tratamento de Esgotos Recanto das Emas - Amônia.....	135
Tabela D 82 - Estação de Tratamento de Esgotos São Sebastião (1) - Amônia.....	136
Tabela D 83 - Estação de Tratamento de Esgotos São Sebastião (2) - Amônia.....	136
Tabela D 84 - Estação de Tratamento de Esgotos Sobradinho - Turbidez.....	136
Tabela D 85 - Estação de Tratamento de Esgotos Brasília Norte - Turbidez.....	137
Tabela D 86 - Estação de Tratamento de Esgotos Torto - Turbidez.....	137
Tabela D 87 - Estação de Tratamento de Esgotos Sobradinho - Alumínio.....	137
Tabela D 88 - Estação de Tratamento de Esgotos Norte - Alumínio.....	138
Tabela D 89 - Dados mensais de coliformes fecais dos efluentes finais das estações de tratamento de esgotos – 1999 (NMP/100 ml).....	139

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 – Modelo generalizado do efeito de diferentes medidas de controle para reduzir os riscos sanitários provocados pela utilização de águas residuárias na irrigação	19
Figura 2.2 – Demonstração do processo de tratamento para obtenção de água potável na Estação Experimental de Denver	24
Figura 3.1 – Esquema de desenvolvimento da metodologia	28
Figura 4.1 – Localização do Distrito Federal e Regiões Administrativas	32
Figura 4.2 – Bacias hidrográficas do Distrito Federal	36
Figura 4.3 - Sistema de Esgotamento Sanitário do Distrito Federal.....	44
Figura 5.1 - Unidades do sistema de tratamento da fase líquida da Estação de Tratamento de Esgotos Sobradinho.....	46
Figura 5.2 - Unidades do sistema de tratamento da fase líquida da Estação de Tratamento de Esgotos Brazlândia	48
Figura 5.3 - Unidades do sistema de tratamento da fase líquida da Estação de Tratamento de Esgotos Brasília Sul.....	49
Figura 5.4 - Unidades do sistema de tratamento da fase líquida da Estação de Tratamento de Esgotos Brasília Norte.....	50
Figura 5.5 - Unidades do sistema de tratamento da fase líquida da Estação de Tratamento de Esgotos Paranoá.....	50
Figura 5.6 - Unidades do sistema de tratamento da fase líquida da Estação de Tratamento de Esgotos Torto	51
Figura 5.7 - Unidades do sistema de tratamento da fase líquida da Estação de Tratamento de Esgotos Samambaia.....	52
Figura 5.8 - Reator UASB no interior da lagoa facultativa	52
Figura 5.9 - Unidades do sistema de tratamento da fase líquida da Estação de Tratamento de Esgotos Buriti	53
Figura 5.10 - Unidades do sistema de tratamento da fase líquida da Estação de Tratamento de Esgotos Riacho Fundo.....	54
Figura 5.11 - Unidades do sistema de tratamento da fase líquida da Estação de Tratamento de Esgotos Vila Aeronáutica.....	54
Figura 5.12 - Unidades do sistema de tratamento da fase líquida da Estação de Tratamento de Esgotos Alagado	55
Figura 5.13 - Unidades do sistema de tratamento da fase líquida da Estação de Tratamento de Esgotos Planaltina.....	56

Figura 5.14 - Unidades do sistema de tratamento da fase líquida da Estação de Tratamento de Esgotos São Sebastião.....	56
Figura 5.15 - Unidades do sistema de tratamento da fase líquida da Estação de Tratamento de Esgotos Recanto das Emas	57
Figura 5.16 - Unidades do sistema de tratamento da fase líquida da Estação de Tratamento de Esgotos Vale do Amanhecer.....	58
Figura 5.17 – Remoções de DQO, SS, DBO, NTK e PT na Estação de Tratamento de Esgotos Sobradinho	59
Figura 5.18 – Remoções de DQO, SS, NTK e PT na Estação de Tratamento de Esgotos Brazlândia.....	60
Figura 5.19 - Remoções de DQO, SS, NTK, PT e DBO na Estação de Tratamento de Esgotos Brasília Norte.....	60
Figura 5.20 - Remoções de DQO, SS, NTK, PT e DBO na Estação de Tratamento de Esgotos Brasília Sul	60
Figura 5.21 - Remoções de DQO, SS e PT na Estação de Tratamento de Esgotos Torto...	61
Figura 5.22 - Remoções de DQO, SS, NTK, PT e DBO na Estação de Tratamento de Esgotos Buriti	61
Figura 5.23 - Remoções de DQO, SS, NTK, PT e DBO na Estação de Tratamento de Esgotos Samambaia	61
Figura 5.24 - Remoções de DQO, SS, NTK, PT e DBO na Estação de Tratamento de Esgotos Paranoá.....	62
Figura 5.25 - Remoções de DQO, SS, NTK, PT e DBO na Estação de Tratamento de Esgotos Riacho Fundo.....	62
Figura 5.26 - Remoções de DQO, SS, NTK, PT e DBO na Estação de Tratamento de Esgotos Alagado	62
Figura 5.27 - Remoções de DQO, SS, NTK, PT e DBO na Estação de Tratamento de Esgotos Planaltina.....	63
Figura 5.28 - Remoções de DQO, SS, NTK, PT e DBO na Estação de Tratamento de Esgotos Recanto das Emas	63
Figura 5.29 - Remoções de DQO, SS, NTK, PT e DBO na Estação de Tratamento de Esgotos São Sebastião.....	63
Figura 5.30 - Remoções de DQO, SS, NTK, PT e DBO na Estação de Tratamento de Esgotos Vale do Amanhecer.....	64
Figura 5.31 – Valores recomendados de alumínio residual e valores apresentados pelos efluentes finais das estações de tratamento de esgotos	74
Figura 5.32 – Valores recomendados de turbidez e valores apresentados pelos efluentes finais das estações de tratamento de esgotos	74

Figura 5.33 - Valores recomendados de alcalinidade e valores apresentados pelos efluentes finais das estações de tratamento de esgotos	75
Figura 5.34 – Valores recomendados de coliformes fecais e valores apresentados pelos efluentes finais das estações de tratamento de esgotos	76
Figura 5.35 – Valores recomendados de DBO e valores apresentados pelos efluentes finais das estações de tratamento de esgotos	77
Figura 5.36 – Valores recomendados de amônia e valores apresentados pelos efluentes finais das estações de tratamento de esgotos	78
Figura 5.37 – Valores recomendados de Sólidos Suspensos e valores apresentados pelos efluentes finais das estações de tratamento de esgotos	79
Figura 5.38 – Valores recomendados de pH e valores apresentados pelos efluentes finais das estações de tratamento de esgotos	80

LISTA DE SÍMBOLOS, NOMENCLATURA E ABREVIações

ADL	Agência de Desenvolvimento Local
CAESB	Companhia de Saneamento do Distrito Federal
CEPIS	Centro Pan-Americano de Engenharia Sanitária e Ambiental
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CODEPLAN	Companhia do Desenvolvimento do Distrito Federal
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DF	Distrito Federal
DQO	Demanda Química de Oxigênio
EPA	Environmental Protection Agency
EEC	European Economic Community
EMATER/DF	Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Distrito Federal
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ETE	Estação de Tratamento de Esgotos
ETE's	Estações de Tratamento de Esgotos
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
hab	Habitante
IPDF	Instituto de Planejamento Territorial e Urbano
Km	Quilômetro
l	Litro
ml	Mililitro
NMP	Número Mais Provável
NOVACAP	Companhia Urbanizadora da Nova Capital do Brasil
NO₂	Nitrito
NO₃	Nitrato
NTK	Nitrogênio Total Kjeldahl
OMS	Organização Mundial da Saúde
OPAS	Organização Pan-Americana da Saúde
pH	Potencial hidrogeniônico
PT	Fósforo Total
RA	Região Administrativa
RA's	Regiões Administrativas
seg	Segundos
SS	Sólidos Suspensos
UASB	Upflow Anaerobic Sludge Blanket Reactor
UNT	Unidade Nefelométrica de Turbidez

1- INTRODUÇÃO

Em regiões onde há problemas com disposição de efluentes ou com a carência de recursos hídricos naturais, os efluentes de estações de tratamento de esgotos têm sido considerados como uma forma de aumentar a oferta de água. Isso ocorre em países como Alemanha e França que fazem uso dos seus efluentes tratados para aumentar a oferta de água. No Brasil, como exemplo, pode-se citar o caso da Região Metropolitana de São Paulo, que poderá, nos próximos anos, enfrentar problemas para dispor os seus efluentes tratados, devido ao grande volume de águas residuárias produzido. O reúso da água pode ser uma alternativa eficaz para esses problemas (Lavrador Filho, 1987).

Várias regiões áridas e semi-áridas do Planeta têm-se tornado um campo ideal para a aplicação de águas residuárias recuperadas, como ocorre nos países da região do Mediterrâneo, que têm praticado o uso das águas residuárias em várias localidades. No Brasil, o Nordeste brasileiro, pelas suas características climáticas conducentes à escassez dos recursos hídricos, e a Região Metropolitana de São Paulo, pela excessiva demanda de água devido ao seu contingente populacional, poderão ser supridos com a implantação de técnicas de reúso da água.

Em 1992, no advento da Conferência RIO-92, chamou à atenção de todos a questão levantada sobre a disputa pela água. A existência de disputas reais, como as que ocorreram no Oriente Médio, e a previsão de que tal área, no próximo século, bem como vários países da África, estará ameaçada de catástrofes causadas pela falta de água, repercutiram no mundo como um alerta preocupante.

O crescimento populacional na Terra, que muito tem contribuído para a escassez da água, detem dados alarmantes. Em 1925, existiam dois bilhões de habitantes. Em 1960, três bilhões. Em 1998, seis bilhões, e previsões indicam para o ano 2025, dez bilhões de pessoas, fazendo com que a necessidade pela água cresça a cada ano (Centurion, 1993). No Brasil, a população cresceu 1,9% ao ano na década de 80 e poderá ter, a partir do ano 2010, um crescimento total da ordem de 1% ao ano (Gardner-Outlaw e Engelman, 1997).

Os resultados do último censo demográfico, realizado pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), indicaram um total de 1.601.094 habitantes no Distrito Federal (CODEPLAN, 1997a). Atualmente, estudos têm revelado que o Distrito federal possui dois milhões de habitantes e no ano 2010 deverá atingir cerca de 2,609 milhões de habitantes

A demanda de água tem crescido progressivamente nos últimos anos. Pesquisas realizadas no Estado do Paraná apontam que, até o ano 2015, esse Estado terá um aumento no seu consumo de água *per capita* em torno de 50%, elevando sua média para 220 litros de água/dia (Weber, 1998). Na cidade de Istambul, na Turquia, por exemplo, a situação não é diferente. Istambul tem crescido 4,8% ao ano e sua demanda de água em

1991 ficou entre 1,5 e 2 milhões de m³/dia, sendo prevista a sua duplicação no ano 2001 (Tanik *et al.*, 1996).

Estudos recentes sobre o volume de água nos estados brasileiros mostraram que a disponibilidade de água por habitante do Distrito Federal só é superada apenas pela dos estados de Sergipe, Alagoas, Rio Grande do Norte e Paraíba. No Distrito Federal estão disponíveis para cada habitante anualmente 1.752 litros de água, quando o ideal estabelecido por organizações internacionais são 2 mil litros. A demanda total para abastecimento da população é de 7 mil litros/seg, enquanto que para a agricultura são necessários 11 mil litros/seg (Pires, 1999).

O Distrito Federal caracteriza-se como um território que possui alto consumo de água, variando desde 200 l/hab.dia até 400 l/hab.dia nas regiões administrativas onde se concentram as populações de maior poder aquisitivo. Outras peculiaridades do Distrito Federal são os longos períodos de estiagem que chegam a ter duração de aproximadamente três meses sem precipitação pluviométrica e os rios pouco extensos e de caudal reduzido.

A escassez dos recursos hídricos, seja por condições climáticas, seja pelo crescimento mundial da população ou ainda pela intervenção do ser humano no ambiente, tem-se tornado cada dia mais intensa, afetando a qualidade, a disponibilidade e a capacidade natural de autodepuração dos corpos d'água.

O uso dos recursos naturais para atender à demanda, muitas vezes de maneira insustentável e desequilibrada, vem comprometendo a qualidade do meio ambiente e gerando discussões em diversos países sobre problemas ambientais relativos à degradação dos corpos d'água, fazendo com que cientistas e pesquisadores busquem medidas capazes de proteger, preservar e melhorar a qualidade das águas. Isso impulsionou em todo o mundo, nas últimas décadas, o reúso da água.

O reúso de água é a utilização de águas residuárias tratadas em diversas atividades, tais como a irrigação agrícola e paisagística, a recarga de aquíferos, uso industrial, represamentos ornamentais e outros.

Diversos eventos marcaram a evolução do reúso de águas, desde a implantação de sistemas de água e esgotos, passando por grandes marcos na história do esgotamento sanitário, até o uso das águas residuárias. O reúso da água, indireto e não planejado, data do Século XIX, quando as águas residuárias eram lançadas em mananciais superficiais, utilizados como suprimento de água potável, tornando-se um forte contribuinte à ocorrência de grandes epidemias de doenças de veiculação hídrica como a cólera e o tifo (Asano e Levine, 1996).

Segundo Asano e Levine (1996), é marco histórico nos Estados Unidos o Ato Federal do Controle de Poluição de Água (PL 92-500), emitido em 1972, que teve como principal

meta a descarga zero de poluentes em águas para navegação, pesca e natação. Em 1992, a EPA, Environmental Protection Agency, publicou as “Guidelines for Water Reuse”, normas de diferentes estados norte-americanos para o reúso da água. É importante ressaltar que o reúso planejado nesse país ocorreu no início do século XX, com a promulgação, em 1918, da primeira legislação sobre o uso de esgotos para irrigação, na Califórnia. Os primeiros projetos foram desenvolvidos no final de 1920, no Estado do Arizona. Em 1940, a água residuária tratada e clorada foi usada em escala industrial, no beneficiamento do aço, e em 1960 no Colorado e na Flórida, em sistemas de reúso urbano. Com o passar dos anos, os benefícios do uso de águas residuárias têm sido reconhecidos por muitas autoridades americanas e européias, fato comprovado em 1970, pela legislação “Califórnia State Water Code”, que incentivou o uso de água residuária tratada para suprir a carência de água do estado. Nas décadas de 70 e 80, a preocupação com os riscos à saúde fez surgir muitos projetos e novas alternativas para o reúso da água.

A irrigação agrícola, uma das formas mais comuns de utilizar as águas residuárias, além de tratar a água devido à sua passagem pelo solo, fornece nutrientes, ajudando ao desenvolvimento da cultura irrigada e à economia, ou mesmo dispensa de fertilizantes. Mas, apesar de conterem elementos como Nitrogênio, Fósforo e Potássio que as tornam excelentes fertilizantes, o uso de águas residuárias na agricultura exige alguns cuidados associados à qualidade do efluente, às técnicas de irrigação, à taxa de aplicação e à cultura a ser irrigada.

O uso indiscriminado de águas residuárias, muitas vezes sem planejamento e em condições sanitárias desfavoráveis à saúde pública, pode afetar outros usos dos recursos hídricos, como o abastecimento de água potável. Segundo Araújo (1999), pressupõe-se que grande parte das águas utilizadas para irrigação de cultivos, em áreas urbanas das grandes metrópoles brasileiras, são corpos d’água transformados em escoadouros de águas residuárias brutas, que podem conter matéria orgânica, nutrientes, compostos de diferentes elementos químicos e matéria fecal, incluindo microrganismos patogênicos, de alto risco para saúde pública e para o meio ambiente.

Na América Latina, muitos problemas de saúde pública e poluição ambiental têm sido provocados pela disposição indiscriminada de águas residuárias nos corpos d’água e pelo seu manejo inadequado (Moscoso e León, 1996).

Mesmo não sendo consideradas como um recurso hídrico convencional, as águas residuárias tratadas passaram a ser um contribuinte potencial à mitigação do déficit na composição do balanço dos recursos hídricos, principalmente em regiões com problemas de escassez de água e de disposição para as águas servidas. O uso dessas águas passou a contribuir para a economia do uso da água potável, ajudando a reduzir a demanda sobre os

mananciais de água bruta, ficando estes reservados a usos mais nobres, onde a potabilidade seja imprescindível.

O reúso de água desempenha papel importante no ciclo hidrológico, por meio da recarga do lençol subterrâneo, do aumento da vazão de cursos d'água superficiais, da fertilização do solo na irrigação, da redução do consumo d'água na indústria, etc. Porém, o uso indiscriminado das águas residuárias sem tratar pode causar diversos danos ao meio ambiente e a saúde humana.

Diante deste contexto, o reúso de água planejado representa um potencial a ser estudado, podendo se tornar um componente importante no planejamento, desenvolvimento e utilização dos recursos hídricos.

1.1- OBJETIVO

Este trabalho teve como objetivo principal a avaliação da qualidade e da quantidade da água residuária tratada nas estações de tratamento de esgotos, que estão sob a responsabilidade da Companhia de Saneamento de Brasília – CAESB, visando a algumas formas de reúso não potável, como irrigação agrícola, aquíicultura, irrigação paisagística, represamentos ornamentais, etc.

Foi realizada uma análise qualitativa do efluente final das quinze ETE's em operação no Distrito Federal, tendo sido feita uma comparação entre as concentrações das características físicas, químicas e microbiológicas com os valores recomendados por padrões de qualidade da água para reúso.

Procurou-se, também, alcançar os seguintes objetivos específicos: verificar a potencialidade do aproveitamento das águas residuárias tratadas na área de estudo e avaliar a eficiência das estações de tratamento de esgotos.

1.2- ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Este trabalho está estruturado em seis capítulos. No primeiro capítulo são apresentados o tema e os objetivos da pesquisa. Em seguida, mostra-se uma revisão conceitual sobre o reúso de água, onde são apresentados um breve histórico, opções para o uso das águas residuárias, vantagens e limitações, tecnologias para recuperar a água residuária, estudos e pesquisas realizados e, principalmente, critérios e padrões de qualidade da água.

Após a fundamentação teórica, apresenta-se no terceiro capítulo, a metodologia aplicada para atingir os objetivos propostos neste trabalho, onde se pode observar todas as

etapas envolvidas no seu desenvolvimento. Em seguida, o Distrito Federal é apresentado como área de estudo a partir da qual se pretende avaliar a viabilidade do reúso de água.

Apresenta-se, no capítulo 5, a análise dos dados e a discussão dos resultados obtidos. Por fim, no capítulo 6, são apresentadas as conclusões e as recomendações para pesquisas futuras.

2- FUNDAMENTOS TEÓRICOS

O presente capítulo mostra a maneira como vem ocorrendo o reúso da água em alguns países, no âmbito de suas aplicações, restrições e critérios de qualidade da água, bem como sua potencialidade e sua aceitabilidade.

2.1- TERMINOLOGIA DO REÚSO DE ÁGUA

Para inserir o tema reúso de água, são apresentados, na Tabela 2.1, alguns termos empregados freqüentemente no campo da recuperação e reutilização de águas residuárias.

2.2- CASOS REAIS DE EMPREGO DO REÚSO DE ÁGUAS

A ocorrência do reúso de água data de séculos. O reúso vem sendo adotado em vários países e tem produzido muitos benefícios ao meio ambiente e ao ser humano. Será apresentado a seguir um breve relato sobre o uso das águas residuárias e a experiência de diversos países na prática do reúso de água.

O primórdio da utilização de águas residuárias ocorreu com a disposição e a aplicação da água residuária ao solo, praticada nos Estados Unidos desde 1880. Com a chegada das redes de esgoto no Século XIX, as águas residuárias domésticas começaram a ser vertidas no terreno, constituindo as denominadas “fazendas de esgoto”, existentes, na época, em países como Austrália, Estados Unidos, Inglaterra, Alemanha, Índia e México. Apesar de estarem voltadas ao controle da poluição, as “fazendas de esgoto” foram consideradas práticas de reúso de água na produção agrícola (Metcalf & Eddy, 1995; Mara e Cairncross, 1989; Nucci *et al.*, 1978).

O uso de águas residuárias em piscicultura (aqüicultura) iniciou-se no final do Século XIX, na Alemanha. Em Calcutá, na Índia, há atualmente o maior reúso de água do mundo em aqüicultura, incorporando o tratamento das águas residuárias em lagoas de estabilização (Moscoso e Muñoz, 1991).

Em 1912, no parque “*Golden Gate*”, em São Francisco, no Estado da Califórnia, iniciou-se o uso de águas residuárias sem tratar para irrigar jardins e para suprir lagos ornamentais. Quando do início da operação, a água residuária era tratada em fossas sépticas. Em 1932, foi construída uma estação de tratamento convencional, e a água residuária foi utilizada até o ano de 1985 (Metcalf & Eddy, 1995).

Tabela 2.1 - Terminologias e conceitos empregados no reúso de água

Terminologias	Conceitos
Reúso da água	É o uso das águas residuárias para fins benéficos como a irrigação de áreas agrícolas e recarga de aquíferos subterrâneos.
Reúso direto	Ocorre quando a água recuperada que sai da Estação de Tratamento de Esgotos é captada no ponto de reúso, não havendo descargas em corpos d'água naturais
Reúso indireto	É o uso das águas de um corpo de água ao qual foram lançadas águas residuárias tratadas. Ocorre quando a água tratada passa por um corpo d'água natural ou acontece o uso da água subterrânea cujo aquífero foi recarregado com água residual tratada.
Reúso planejado	É quando ocorre, após deliberação, o uso direto ou indireto, da água residuária recuperada, com o devido controle do seu fornecimento.
Reúso não planejado	É o uso de águas residuárias tratadas, que ocorre ocasionalmente, após sua descarga e sem qualquer controle.
Reúso potável	É a forma de reúso de água em que a água residuária, tratada por um processo avançado para evitar riscos à saúde pública, é incorporada, direta ou indiretamente, à rede de abastecimento público.
Reúso não potável	É o uso das águas residuárias, devidamente tratadas, para fins agrícolas, industriais, recreacionais, públicos, domésticos, manutenção de vazões mínimas de cursos d'água, aquícultura e recarga de aquíferos subterrâneos.
Reúso potável direto	É a forma de reúso de água em que a água residuária devidamente tratada é introduzida diretamente em um sistema de abastecimento de água, misturando-se com a água do sistema que está sendo aduzida.
Reúso potável indireto	A água residuária recuperada é incorporada, com planejamento ou não, à um manancial de água bruta, reforçando a disponibilidade da fonte, superficial ou subterrânea. E, tratando-se da primeira, assimilação, diluição e aeração contribuem para autodepuração desse corpo d'água, tornando viável sua captação, tratamento e consumo como água potável
Recuperação de águas residuárias	Ocorre quando a água residuária submetida a tratamento, ou processo, atinge a sua qualidade original, podendo ser reutilizada. Considera-se, inclusive, o fornecimento da água residuária até o local de sua utilização e o próprio processo utilizado.
Água residuária recuperada	É a água que, submetida a um processo de tratamento ou recuperação, pode ser empregada para um uso direto e controlado, não exequível em outras situações.
Reciclagem de águas residuárias	Reciclagem, ou reciclo, ocorre quando a água residuária é recolhida, tratada e devolvida ao sistema que está usando a água. É prática na operação de processos industriais.
Irrigação restrita	Utilização de efluentes de pior qualidade, com restrições impostas às culturas a serem irrigadas e aos métodos de irrigação a serem empregados.
Irrigação irrestrita	Utilização de efluentes de alta qualidade na irrigação de toda e qualquer cultura, inclusive aquela consumidas cruas, além de campos esportivos.
Sistema dual de abastecimento	É um sistema composto por uma rede de distribuição para água potável e outra para água residuária recuperada.

Fontes: Crites e Tchobanoglous, 1998; Mancuso, 1992; Metcalf & Eddy, 1995 (adaptado)

Registros históricos da primeira utilização de águas residuárias em um sistema dual de abastecimento de água datam de 1926 no Parque Nacional “*Grand Canyon*”, no Arizona. A água recuperada foi utilizada em vasos sanitários, sistemas de irrigação por aspersão de áreas verdes e, na indústria, como água de refrigeração (Metcalf & Eddy, 1995).

Em 1960, no Colorado, foi implantado um sistema dual que fornece água para a irrigação paisagística de campos de golfe, parques e cemitérios, e na limpeza de logradouros públicos. Sabe-se, também, que, em 1929, o Estado da Califórnia deu início a um projeto para utilizar água residuária tratada na irrigação de jardins e áreas verdes. Em 1977, em São Petersburgo, na Flórida, foi desenvolvido um sistema similar a esse que

integrava o programa municipal de despoluição da água. Atualmente, em São Petersburgo, a água residuária recuperada distribuída por uma rede dual de distribuição de 350 km de comprimento é utilizada para irrigação de parques públicos, campos de golfe, áreas verdes de colégios gramados residenciais, e para alimentação de torres de refrigeração. De acordo com dados disponíveis sobre os projetos de recuperação e reutilização de efluentes, em 1975, nos Estados Unidos, existiam 536 projetos de reutilização de água. Estimou-se um aporte de 2.700.000 m³/dia de água residuária reutilizada (Metcalf & Eddy, 1995).

A Tabela 2.2 apresenta as categorias de uso dos projetos de reúso de água desenvolvidos nos Estados Unidos, em 1975, e a vazão de água residuária recuperada destinada aos mesmos. A maioria das instalações de reutilização de efluentes estão implantadas nas regiões áridas e semi-áridas dos estados do oeste e sudoeste, entre os quais Arizona, Califórnia, Colorado e Texas. Entretanto, em outras regiões úmidas, como a Flórida e a Carolina do Sul, diversos planos de reutilização de águas residuárias estão se implantando, tanto como fonte de abastecimento como para a redução da contaminação da água.

Tabela 2.2 - Projetos de reutilização de águas nos Estados Unidos ¹

Categoria	Número de projetos	Água residuária recuperada, m³/dia.
Irrigação – total	470	1.600.000
Agricultura	150	760.000
Áreas verdes	60	125.000
Não definidos	260	715.000
Industrial – total	29	815.000
Processos	-	250.000
Refrigeração	-	540.000
Caldeiras	-	27.000
Recarga de aquíferos subterrâneos	11	130.000
Outros	26	38.000
Total	536	2.580.000

Fonte: Metcalf & Eddy, 1995

¹ Baseados em um único estudo nacional dos projetos de recuperação e reutilização de águas residuárias realizado em 1975.

Em 1989, a cidade de Hays, localizada no semi-árido do Estado do Kansas, nos Estados Unidos, na busca de fontes de suprimento alternativas para superar problemas com a falta d'água, desenvolveu um projeto para utilizar as águas residuárias que eram lançadas na bacia hidrográfica do rio "Big Creek". O projeto viabilizou o uso dessas águas para recarga de aquífero subterrâneo e para irrigação agrícola, uma das bases econômicas da região (Gresh e Henson, 1992).

Em 1962, na cidade de Los Angeles, executou-se o primeiro projeto de grande alcance de recarga de aquíferos com águas residuárias. Depois da avaliação detalhada dos dados sobre os efeitos sobre a saúde pública, correspondente a um período de 20 anos, os pesquisadores chegaram à conclusão de que as operações de recarga não produziam nenhum impacto negativo apreciável sobre a água subterrânea da área, nem sobre a população que a consumia (Metcalf & Eddy, 1995).

Em 1968, em Windhoek, capital da Namíbia, foi implantado um sistema de reúso potável direto, pois a região encontrava-se desprovida de equipamentos para abertura de poços e para transportar água de fontes superficiais existentes nas proximidades. Esse projeto, acordado entre a cidade de Windhoek e o Instituto Nacional de Pesquisa da Água da África do Sul, baseou-se na premissa de que o sucesso da implantação do sistema de recuperação de águas residuárias dependeria do desvio de efluentes industriais e outros potencialmente tóxicos, do curso d'água principal, e, de um tratamento avançado que gerasse um efluente de qualidade adequada e compatível, para ser aceito como água potável. Além de ter sido considerado de suma importância para desenvolver tratamentos seguros contra patogênicos, como lagoas de maturação e a cloração de efluentes, o projeto serviu de base, em 1970, para implantação da Estação Experimental de Recuperação de Águas Residuárias, em Pretória, na África do Sul (Haarhoff e Van Der Merwe, 1995). Windhoek foi a primeira cidade do mundo a praticar o reúso potável direto (Hammer, 1979).

O reúso de águas na cidade de Tóquio, no Japão, teve início em 1951, quando uma fábrica de papel utilizou experimentalmente, na sua produção, o efluente secundário de uma estação de tratamento de águas residuárias. A razão pela qual essa fábrica usou esse efluente foi a poluição do rio, onde a água era captada, e a escassez das águas subterrâneas da região, visto que muitas indústrias já perfuravam poços. Após essa experiência, o efluente secundário passou a ser comercializado para algumas indústrias da região, sendo usado em lavagens de trens de passageiros e como suprimento para estações de tratamento de rejeitos de incineração. Contudo, somente em 1964 o Japão teve os primeiros projetos voltados para o reúso de água, referentes à recuperação e limpeza de rios e à reciclagem de água no Distrito de Shinjuku. Desde 1968, o Japão tem implantado abrangentes projetos urbanos de reúso e recuperação de águas residuárias (Asano *et al.*, 1996; Maeda *et al.*, 1996).

No Japão, em 1992, 938 estações de tratamento de águas residuárias estavam em operação, gerando cerca de $1,09 \times 10^{10}$ m³ ao ano de efluente tratado. Dessa quantidade, aproximadamente 78% é submetido ao tratamento avançado e utilizado em áreas urbanas, na indústria, no derretimento de neve e outros. A implantação dos projetos é subsidiada pelo governo federal daquele país (Maeda *et al.*, 1996).

Ao contrário das regiões áridas ou semi-áridas do mundo, onde a irrigação agrícola e paisagística é o principal objetivo do uso da água residuária recuperada, o reúso de água no Japão é dominado por vários usos urbanos não potáveis como descarga de banheiros, uso industrial, recuperação de rios e aumento de vazão (Asano *et al.*, 1996).

A limitação na disponibilidade dos seus recursos hídricos fez com que a Austrália, de 1991 a 1996, desenvolvesse vários programas de reúso de águas. Esses programas contribuíram para redução na demanda urbana e industrial dos recursos hídricos de algumas regiões. É prática comum, em indústrias australianas, o uso de efluentes do tratamento terciário na irrigação de plantações, pastagens, jardins e, em algumas localidades, para irrigar plantações de cana-de-açúcar. Entretanto, proporção significativa de água residuária tratada, descarregada em rios, é usada indiretamente para irrigação agrícola (Anderson, 1996).

Na França, em 1996, foram propostos mais de quinze projetos de reúso de água. Muitos deles foram desenvolvidos devido às limitações dos recursos hídricos e como uma medida de proteção às águas destinadas ao contato primário, à criação de moluscos. Os principais objetivos da implantação desses projetos eram obter água para suprir a demanda para a irrigação agrícola e reduzir a escassez de água provocada principalmente pelo crescimento turístico em algumas regiões (Bontoux *et al.*, 1999).

Na América Latina, o Chile e o Peru possuem muita experiência em reúso de água. O Peru possui em funcionamento há mais de vinte anos, localizada ao sul de Lima, a Estação Experimental de San Juan de Miraflores, que realiza pesquisas em tratamento e reúso para aquicultura e agricultura utilizando o efluente tratado em lagoas de estabilização. No Chile, a cidade de Melipilla usa o efluente de uma estação com filtros percoladores na agricultura (Bastos, 1996; OMS/OPAS, 1990).

No Brasil, existem poucos registros sobre o reúso direto de água, fato que não exclui a sua prática indiscriminada e sem qualquer controle. Porém, o baixo índice de tratamento de esgotos faz com que o reúso indireto seja prática corrente em muitas localidades (Bastos, 1996).

No Estado de São Paulo, o uso de águas residuárias iniciou-se nos engenhos de cana-de-açúcar com a utilização do efluente oriundo das destilarias de álcool para irrigar as plantações de cana. Em 1993, a preocupação de algumas indústrias com a escassez de água fez com que quatro fábricas do Pólo Industrial de Cubatão iniciassem um programa de reúso da água para refrigeração de seus processos de fabricação. Naquela mesma época, uma indústria automobilística, instalada em São Caetano, tratava e reciclava 100% da água que utilizava (Ueharo, 1997).

Inspirado no sistema de São Petersburgo, na Flórida, encontra-se em operação na cidade de Louveira, em São Paulo, um projeto de reúso bastante sofisticado, onde o esgoto

de natureza doméstica, de um parque temático de diversões, é tratado por um sistema de lodos ativados dotado de membranas. Seu efluente, após desinfecção, é utilizado em descargas sanitárias e o excesso, na rega dos jardins do próprio parque. O projeto vem apresentando excelentes resultados (Mancuso, 2000).

2.3- OPÇÕES PARA O USO DAS ÁGUAS RESIDUÁRIAS

Há muitas alternativas para o uso das águas residuárias tratadas: irrigação agrícola e paisagística, reúso industrial, recarga de aquíferos, represamentos ornamentais e recreacionais, e outros (Tabela 2.3). Alguns países industrializados têm adotado também o reúso de água na recarga de aquíferos e para fins ambientais. Algumas formas de reúso das águas são sumarizadas a seguir.

Tabela 2.3 - Opções para o uso de águas residuárias

- Irrigação paisagística: Parques, cemitérios, campos de golfe, faixas de domínio de auto-estradas, campus universitários, cinturões verdes e gramados residenciais
- Irrigação agrícola: Plantio de forrageiras, plantas fibrosas e de grãos, plantas alimentícias, viveiros e proteção contra geadas.
- Usos industriais: Refrigeração, alimentação de caldeiras, lavagem de pisos e água de processamento.
- Recarga de aquíferos: Recarga de aquíferos potáveis, controle da intrusão de cunhas salinas e controle de recalques de subsolos.
- Usos urbanos não potáveis: Combate ao fogo, descarga de vasos sanitários, sistemas de ar condicionado, lavagem de veículos e lavagem de ruas.
- Represamentos: Ornamentais e recreacionais.
- Finalidades ambientais: Aumento da vazão de cursos d'água, aplicação em pântanos ("wetlands") e indústrias de pesca.
- Usos diversos: Aquicultura, fabricação de neve, construções, controle de poeira e dessedentação de animais.

Fontes: Crook, 1993; Crites e Tchobanoglous, 1998

A EPA, "Environmental Protection Agency", dos Estados Unidos, publicou, em setembro de 1992, a EPA/625/R-92/004 – "Guidelines for Water Reuse". Essa norma sugere as seguintes categorias de reúso: reúso urbano, irrigação de áreas de acesso restrito, reúso agrícola – culturas comestíveis e não comestíveis, represamentos recreacionais e paisagísticos, construção civil, reúso industrial, recarga de aquíferos e reúso potável indireto. A seguir, serão apresentadas algumas categorias de reúso de água.

2.3.1- Irrigação agrícola

O uso de águas residuárias na irrigação agrícola é um dos tipos mais comuns de reúso de efluentes. É considerado como uma forma de tratamento no solo. Segundo Crites e

Tchobanoglous (1998), o grande inconveniente dessa prática é o uso indiscriminado de águas residuárias brutas. A Tabela 2.4 mostra áreas irrigadas com águas residuárias em alguns países.

Tabela 2.4 - Áreas irrigadas com águas residuárias

País	Área irrigada (hectare)	País	Área irrigada (hectare)
Argentina	3.700	Índia	73.000
Austrália	10.000	Israel	10.000
Alemanha	28.000	Kuwait	12.000
África do Sul	1.800	México	250.000
Arábia Saudita	4.400	Peru	4.300
Chile	16.000	Sudão	2.800
China	1.330.000	Tunísia	7.350
Estados Unidos	14.000	-	-

Fonte: Bastos, 1996

2.3.2- Irrigação paisagística

A irrigação paisagística de parques e jardins, cemitérios, campos de golfe, campos desportivos, pátios de escolas e universidades, e outros, desenvolvida principalmente em países industrializados, envolve, em geral, o sistema dual de distribuição.

2.3.3- Reúso industrial

O reúso industrial tem sido muito praticado nos Estados Unidos. No Brasil, as indústrias têm utilizado as águas residuárias tratadas para alimentação de caldeiras, transporte de materiais e lavagem. Algumas integram as águas residuárias ao processo industrial. Ressalva-se que, na alimentação de caldeiras com águas residuárias, podem surgir alguns problemas como corrosão, incrustações e crescimento biológico nos sistemas (Crites e Tchobanoglous, 1998; Crook, 1993; Ueharo, 1997).

2.3.4- Represamentos recreacionais

Essa opção de reúso requer das águas residuárias um nível de tratamento de acordo com a sua intenção de uso e grau de contato público. Esses represamentos podem ser usados para fins estéticos, natação e lagos ornamentais (Crites e Tchobanoglous, 1998; Metcalf e Eddy, 1995).

2.3.5- Recarga de águas subterrâneas

A recarga de águas subterrâneas pode ocorrer por injeção ou por espalhamento superficial da água residuária. Quando o reúso é planejado, a grande vantagem é a perda

de identidade das águas residuárias, considerada como um impacto psicologicamente positivo (Crites e Tchobanoglous, 1998).

O uso de águas residuárias na recarga de aquíferos pode melhorar a qualidade da água e armazená-la para uso futuro. A infiltração dessas águas, se manejada com eficiência pode se tornar um método efetivo de tratamento e armazenagem de águas residuárias (Hespanhol *et al.*, 1994).

2.3.6- Criação e recuperação de ecossistemas aquáticos

Os “wetlands”, naturais ou artificiais, podem usar as águas residuárias para recarregar aquíferos em habitats de animais selvagens e aves aquáticas e na melhoria da qualidade da água. Algumas vantagens da aplicação das águas residuárias em “wetlands” são a criação e recuperação de habitats e seu uso como alternativa para dispor e tratar as águas residuárias (Crites e Tchobanoglous, 1998).

2.3.7- Aumento das fontes de águas superficiais

O reúso das águas residuárias pode ajudar a aumentar a vazão de cursos d'água, mas sua prática ainda é limitada (Crites e Tchobanoglous, 1998).

2.3.8- Outros usos

Além desses usos citados, as águas residuárias recuperadas são utilizadas em descarga de banheiros, na construção civil, na fabricação de neve, em brigadas de incêndio, na limpeza de parques públicos, na lavagem de ruas e de prédios comerciais, nas lavanderias públicas e comerciais, etc.

2.4- CRITÉRIOS DE QUALIDADE PARA REÚSO DE ÁGUA

Os padrões e orientações para reúso de água preocupam-se principalmente com a proteção da saúde pública, fundamentando-se geralmente no controle de microrganismos patogênicos. Existem padrões e critérios sobre reúso de água em diversos países de clima árido e semi-árido (Crook, 1993). A Tabela 2.5 apresenta regulamentos adotados em diversos países.

Tabela 2.5 - Exemplos de normas e padrões de reúso vigentes em diversos países

Irrigação restrita			Irrigação irrestrita		
País	Cultura irrigada	Método de irrigação/tratamento requerido	Qualidade do efluente	Método de irrigação/tratamento requerido	Qualidade do efluente
EUA/Califórnia	I	Primário	NR	Irrigação superficial: secundário + desinfecção	2,2 CT/100 ml
	II	Irrigação superficial: primário Aspersão: secundário + desinfecção	NR 23 CT/100 ml	Aspersão: secundário + coagulação + filtração + desinfecção	
	III	Irrigação superficial: primário Aspersão: NP	NR		
	IV	Secundário + desinfecção	23 CT/100 ml		
EUA/Arizona	I, II, III, IV	----	CF < 10 ³ /100 ml		CF < 2,2/100 ml; Vírus < 1/40 l; Ascaris ND; Entamoeba ND; Giardia ND.
Israel	I		NR		2,2 CT/100 ml
	II, III	Secundário Secundário Secundário + desinfecção Aspersão: NP	< 250 CT/100 ml < 250 CT/100 ml	Cloração + filtração	
Tunísia	I, II, III	Secundário + cloração	< 1 ovo nematóide/l salmonela ND	NP	
	IV	NP	<i>V. cholera</i> ND		
Arábia Saudita	I, II	Secundário + cloração	< 23 CT/100 ml	Terciário	< 2,2 CT/100 ml

Fonte: Bastos, 1996

ND: Não detectável. NP: Não permitido. NR: Nenhum padrão requerido. CF: Coliformes fecais. CT: Coliformes totais.

I: Culturas forrageiras, cereais e silvicultura. II: Culturas consumidas cozidas ou processadas industrialmente III: árvores frutíferas. IV: Pastagens para gado leiteiro.

As primeiras normas sobre padrões de qualidade da água surgiram, em 1918, no Estado da Califórnia. Em 1979, entraram em vigência, os critérios estaduais para recuperação da qualidade das águas residuárias, que têm contribuído, até o momento, para que outros estados norte-americanos e países elaborem diretrizes e normas sobre a qualidade e o aproveitamento das águas residuárias. Esses critérios compreendem padrões de qualidade da água, processos de tratamento requeridos, requisitos operacionais e critérios de avaliação de confiabilidade no tratamento (Tabela 2.6).

Tabela 2.6 - Critérios do Estado da Califórnia para tratamento e reúso da água – 1978

Tipos de uso	Limite para Coliformes Totais (NMP/100ml)	Tratamento requerido
Cultivo de forrageiras, plantas fibrosas e grãos, irrigação superficial de árvores frutíferas e parreiras.	-----	Primário.
Pasto para animais leiteiros, represamentos paisagísticos, irrigação paisagística (campos de golfe, cemitérios, etc.).	23/100 ml	Oxidação e desinfecção.
Irrigação (aspersão) de culturas alimentícias ^b , represamentos recreacionais restritos.	2,2/100 ml	Oxidação e desinfecção.
Irrigação (aspersão) de culturas alimentícias ^b . Irrigação paisagística (parques, "playgrounds" etc.).	2,2/100 ml	Oxidação, coagulação, clarificação, filtração ^c e desinfecção.
Represamentos recreacionais não restritos.	N.T.: (Não constam limites no original).	-----

Fonte: Crook, 1993

^b Podem ser feitas exceções nos requisitos para culturas que serão processadas industrialmente.

^c A turbidez do efluente filtrado não pode exceder uma média de duas unidades de turbidez durante qualquer período de 24 horas.

Segundo Crook (1993) os níveis de coliformes, estabelecidos nos padrões, não são limites definitivos justificados por pesquisas ou taxas de ocorrência de doenças. Na época, o Departamento de Serviços de Saúde da Califórnia concluiu que os estudos epidemiológicos teriam confiabilidade limitada, não sendo viável atribuírem-se valores numéricos confiáveis às estimativas de riscos para a recuperação da água residuária tratada. Por conseguinte, os critérios basearam-se nos seguintes itens:

- Capacitação de estações de tratamento de águas residuárias bem projetadas e operadas para garantir, de forma consistente, o atendimento dos limites específicos para a qualidade do efluente;
- Experiência operacional com a disposição e com o reúso de efluentes;
- Avaliação de pesquisas pertinentes e de dados relacionados à saúde; e
- Objetivo de não permitir riscos significativos provocados pelo reúso da água.

O grau de tratamento requerido e a qualidade do efluente sob o ponto de vista microbiológico tornam-se mais exigentes com o aumento da probabilidade do contato humano com a água recuperada. Na ocorrência de um contato direto com a água destinada para o reúso, tal como natação, ou de um contato indireto provável, tal como no consumo de produtos irrigados com água residuária recuperada, as regulamentações do Estado da Califórnia especificam processos para o tratamento e a qualidade da água visando à produção de efluentes essencialmente livres de organismos patogênicos, incluindo vírus. A seqüência de tratamento especificada foi preconizada por estudos que determinaram a capacidade de remoção de vírus em processos avançados de tratamento de águas residuárias. Estudos posteriores indicaram que remoção equivalente de vírus pode ser obtida por filtração direta de efluentes secundários de alta qualidade, empregando-se baixas

dosagens de coagulantes ou polímeros e um projeto e controle operacional específicos (Crook, 1993).

Em 1971, um grupo de especialistas em reúso de águas da OMS – Organização Mundial da Saúde – publicou um relatório voltado aos critérios para a prevenção à saúde no reúso de água potável. Esse critérios incluíam: nenhum coliforme fecal em 100 ml, nenhuma partícula de vírus em 100 ml e nenhum efeito tóxico para seres humanos. O estabelecimento de critérios tão exigentes deveu-se às incertezas associadas aos padrões de potabilidade, quanto aos riscos à saúde e aos efeitos agudos e a longo prazo, dos constituintes químicos presentes na água residuária, que demandariam mais pesquisas (OMS, 1989).

Em 1985, em Engelberg, na Suíça, reuniram-se, com o apoio da OMS, entidades e especialistas internacionais para discutirem os riscos devido ao uso de águas residuárias para irrigação. Essa reunião deu origem ao chamado Relatório de Engelberg no qual foi desenvolvida uma nova abordagem sobre os riscos à saúde provenientes do reúso de água na agricultura e na aqüicultura, sumarizada na Tabela 2.7. Concluiu-se nesse relatório que esses riscos são mínimos e que os padrões anteriores eram muito restritivos. Foi recomendado que o número de nematóides intestinais não deveria exceder a um ovo viável por litro, para o reúso agrícola de árvores frutíferas, cultivos industrializados e pastagens. Para a irrigação de alimentos, campos desportivos e parques públicos recomendou-se que o número de coliformes fecais não excedesse a 1000/100 ml (OMS, 1989).

As recomendações estão baseadas na conclusão de que os riscos à saúde humana nos países em desenvolvimento são devidos à doenças provocadas por helmintos e, por isso, é necessária uma alta remoção de helmintos, para o reúso seguro da água na agricultura e na aqüicultura. De acordo com a OMS (1989), os valores apresentados na Tabela 2.7 devem ser interpretados com cuidado e, se necessário, modificados segundo os fatores epidemiológicos, socioculturais e ambientais de cada região. Em 1987, em Adelboden, na Suíça, um novo encontro de especialistas da OMS confirmaram as recomendações desse relatório e deram origem ao Relatório de Adelboden (OMS, 1989).

2.4.1- Critérios de qualidade da água para irrigação

A água residuária tratada tornou-se uma importante fonte de água para irrigação em países áridos e semi-áridos. O uso dessas águas na irrigação reserva a água de boa qualidade para outros usos, reduz a contaminação dos corpos d'água e prover de valiosos nutrientes as plantas. Entretanto, alguns fatores influem no uso correto das águas residuárias na irrigação, como a qualidade do efluente, a seleção de vegetais, os métodos de apropriados de irrigação, as práticas especiais de manejo, o clima local e as condições

do solo (Kandiah, 1993). A Tabela 2.8 apresenta a qualidade da água requerida para prevenir a obstrução nos sistemas de irrigação por gotejamento.

Em termos de qualidade da água residuária, é importante considerar a concentração de sais totais dissolvidos, elementos-traços e metais pesados. Em geral, esses elementos acumulam-se nas plantas e no solo e podem, a longo prazo, apresentar riscos à saúde humana e animal ou causar toxicidade às plantas (Crook, 1993; Kandiah, 1993).

Na Tunísia, em 1989, foi publicado o Decreto n.º 89-1047/28, regulamentando o uso da água residuária tratada na agricultura. Além de estabelecer cuidados para proteger a saúde dos trabalhadores, consumidores e meio ambiente (Angelakis *et al.*, 1999). A Tabela 2.9 sumariza esses critérios.

Tabela 2.7 - Diretrizes recomendadas pela OMS para a qualidade microbiológica das águas residuárias empregadas na agricultura^a – padrões de 1989

Categoria	Condições de aproveitamento	Grupo exposto	Nematóides intestinais^b (média aritmética do nº de ovos por litro^c)	Coliformes fecais (média geométrica do NMP por 100 ml)	Tratamento de águas residuárias necessário para atingir a qualidade microbiológica exigida
A	Irrigação de culturas que comumente se consomem cruas, campos esportivos, parques públicos ^d .	Trabalhadores, consumidores público	≤ 1	≤ 1000 ^d	Série de lagoas de estabilização que permitam obter a qualidade microbiológica indicada ou tratamento equivalente.
B	Irrigação de cereais, culturas industriais forrageiras, pastagem e árvores ^e .	Trabalhadores	≤ 1	Nenhum padrão é recomendado	Lagoas de estabilização com 8 a 10 dias de tempo de detenção ou eliminação equivalente de helmintos e coliformes fecais.
C	Irrigação localizada das culturas tipo B, Quando trabalhadores e públicos não estão expostos.	Nenhum	Não aplicável.	Não aplicável.	Tratamento prévio segundo exigências do método de irrigação; no mínimo sedimentação primária.

Fonte: OMS, 1989

^a Em casos específicos, considerar os casos epidemiológicos, socioculturais e ambientais de cada lugar e modificar as normas de acordo com ele. ^b Espécies *Ascaris*, *Trichuris* e *Ancilostoma*. ^c Durante o período de irrigação. ^d Convém estabelecer uma norma mais restrita (≤ 200 coliformes fecais/100 ml) para áreas públicas, como os hotéis, com os quais as pessoas possam ter contato direto. ^e No caso de árvores frutíferas, a irrigação deve ser interrompida duas semanas antes da colher a fruta, que não deve ser posta no solo. Não é conveniente irrigar por aspersão.

Tabela 2.8 - Qualidade da água e problemas potenciais nos sistemas de irrigação por gotejamento

Problemas potenciais	Unidades	Grau de restrição ao uso		
		Nenhum	Leve ou moderado	Alto
Físico: Sólidos suspensos	mg/l	< 50	50-100	>100
Químico: pH	mg/l	< 7	7,0-8,0	> 8,0
Sólidos dissolvidos	mg/l	< 500	500-2000	> 2000
Manganês	mg/l	< 0,1	0,1-1,5	> 1,5
Ferro	mg/l	< 0,1	0,1-1,5	> 1,5
Sulfeto de hidrogênio	mg/l	< 0,5	0,5-2,0	> 2,0
Biológico: População de bactérias	Número máximo/ml	< 10.000	10.000-50.000	> 50.000

Fonte: FAO, 1992

Tabela 2.9 – Padrões adotados na Tunísia para a água residuária recuperada utilizada na agricultura - 1989

Parâmetros ^a	Concentração máxima permitida	Parâmetros ^a	Concentração máxima permitida
pH	6,5 – 8,5	Cobalto	0,1
Condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	7000	Cromo	0,1
DQO	90 ^{b,c}	Cobre	0,5
DBO ₅	30 ^c	Ferro	5
Sólidos Suspensos	30 ^{b,c}	Manganês	0,5
Cloro	2	Mercúrio	0,001
Flúor	3	Níquel	0,2
Hidrocarbonetos halogenados	0,001	Chumbo	1
Arsênio	0,1	Selênio	0,05
Boro	3	Zinco	5
Cádmio	0,01	Nematóides intestinais (média aritmética do n.º de ovos / litro)	< 1

Fonte: Angelakis *et al.*, 1999

^a Todas as unidades em mg/l, salvo outra especificação. ^b Amostra composta – 24 horas. ^c Salvo autorização especial.

Para impedir que o reúso da água para irrigação provoque um aumento de doenças veiculadas pelas águas residuárias a OMS, em 1989, apresentou algumas medidas de proteção à saúde pública agrupadas em quatro categorias principais: tratamento das águas residuárias, restrição de vegetais cultivados, escolha do método de irrigação e controle de exposição humana às águas de reúso.

O conceito dessas medidas se apresenta em forma esquemática e simplificada na Figura 2.1 que identifica, por meio de cinco faixas concêntricas, as etapas do percurso realizado pelos agentes patogênicos presentes na água residuária até o consumidor e o trabalhador. Nessa figura são apresentadas medidas orientadas à melhorar as práticas atuais de utilização das águas residuárias, podendo reduzir os riscos à saúde dos trabalhadores e consumidores.

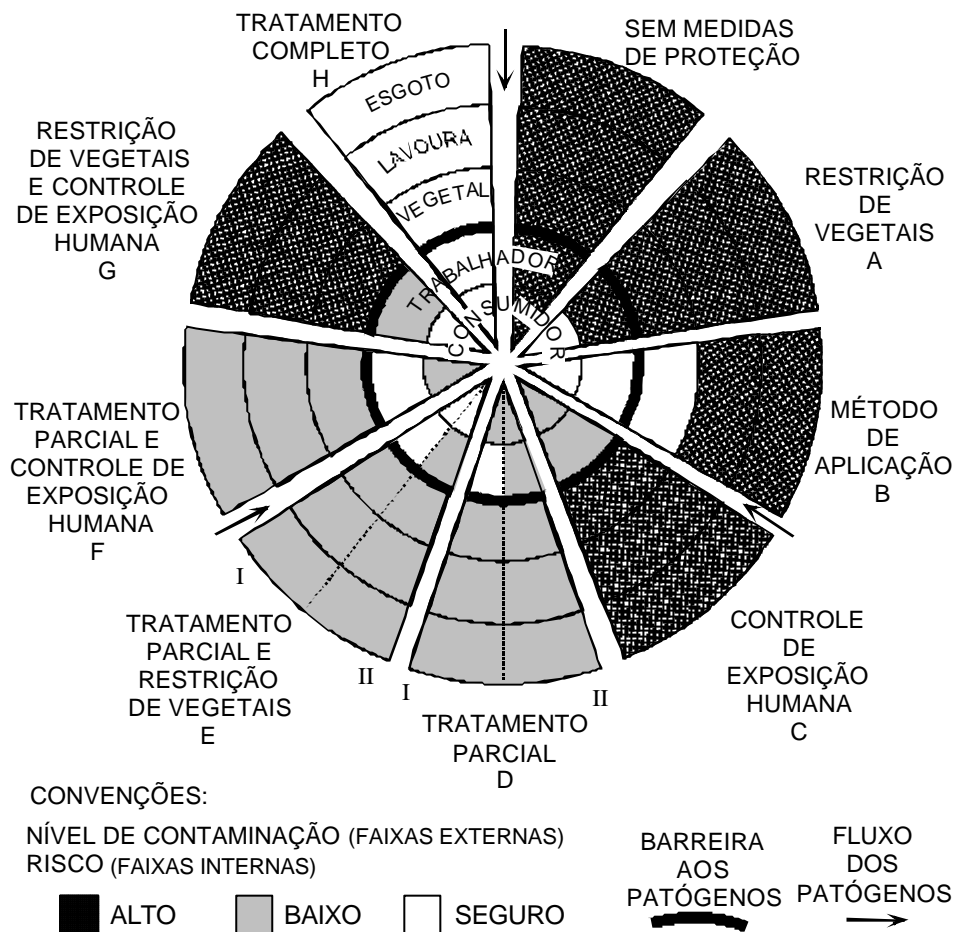


Figura 2.1 – Modelo generalizado do efeito de diferentes medidas de controle para reduzir os riscos sanitários provocados pela utilização de águas residuárias na irrigação

Fonte: OMS, 1989

A EEC, “European Economic Community”, publicou as seguintes diretrizes, para prevenir a contaminação da água e garantir a quantidade obrigatória para diferentes tipos de uso da água (CEPIS, 1996):

- Diretrizes sobre a qualidade de águas superficiais utilizadas como água potável (79/869/EEC);
- Diretrizes sobre a qualidade da água utilizada para banho (76/160/EEC);
- Diretrizes sobre a qualidade de águas para criação de peixes (78/659/EEC);
- Diretrizes sobre a qualidade requerida em águas utilizadas para a reprodução de crustáceos (79/923/EEC).

Segundo CEPIS (1996), essas diretrizes não podem ser aplicadas diretamente em países em desenvolvimento. Devem servir, apenas, como um ponto de referencia geral para o desenvolvimento das respectivas normas de cada país.

Na Diretriz 91/271/EEC, de 21 de maio de 1991, sobre tratamento das águas residuárias urbanas, está exposto em seu artigo 12 o uso das águas residuárias tratadas visando à minimização dos efeitos adversos da sua disposição no meio ambiente.

A Tabela 2.10 mostra, de acordo com o tipo de reúso, níveis de tratamento, qualidade da água recuperada, monitoramento da água recuperada e distância ao ponto de reúso. São apresentados os dois principais níveis de tratamento – desinfecção terciária (água filtrada) e desinfecção secundária. O efluente secundário é aceito para injeção em aquíferos não potáveis e para alguns usos industriais. O efluente primário é aceito para recarga de águas subterrâneas de aquíferos usando espalhamento superficial.

Tabela 2.10 - Resumo das diretrizes sugeridas pela EPA para reúso de água – 1992

Nível de tratamento	Tipo de reúso	Qualidade da água recuperada	Monitoramento da água recuperada	Distâncias ao ponto de reúso
1. Desinfecção Terciária	Reúso urbano, irrigação agrícola, repesamentos recreacionais	pH = 6 – 9 DBO ₅ ≤ 10 mg/l Turbidez ≤ 2 UNT E. coli = ausente Cloro residual ≥ 1 mg/l	pH = semanal DBO = semanal Turbidez = Cont. E. coli = diariamente Cloro residual = Cont.	50 ft (15 m) para poços de abastecimento potável
2. Desinfecção secundária	Irrigação de áreas de acesso restrito, irrigação agrícola (alimentos processados), irrigação de culturas não comestíveis, repesamentos paisagísticos (acesso restrito), construção de “wetlands”	pH = 6 – 9 DBO ₅ = 30 mg/l SST = 30 mg/l E. coli = 200/100 ml Cloro residual ≥ 1 mg/l	pH = semanal DBO = semanal SST = diariamente E. coli = diariamente Cloro residual = Cont.	100 ft (30 m) para áreas acessíveis ao público. 300 ft (90 m) para poços de abastecimento potável.

Fonte: EPA, 1992

No Brasil, em setembro de 1997, a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) publicou a NBR 13969/1997, com o título Tanques sépticos – Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – Projeto, construção e operação. Essa norma faz alusão ao reúso planejado e recomenda níveis de tratamento para o uso do efluente de tanques sépticos.

As recomendações sugeridas pela NBR 13969/1997 foram estabelecidas de acordo com as seguintes classes:

- Classe 1: Lavagem de carros e outros usos que requerem o contato direto do usuário com a água, com possível aspiração de aerossóis pelo operador, incluindo chafarizes: turbidez inferior a cinco, coliforme fecal inferior a 200 NMP/100 ml; sólidos dissolvidos totais inferior a 200 mg/ml; pH entre 6,0 e 8,0; cloro residual entre 0,5 mg/l e 1,5 mg/l. Nesse nível, serão geralmente necessários tratamento aeróbio (filtro aeróbio submerso ou lodo ativado por batelada) seguido por filtração convencional (areia e carvão ativado) e, finalmente, cloração. Pode-se substituir a filtração convencional por membrana filtrante;

- Classe 2: Lavagem de pisos, calçadas e irrigação dos jardins, manutenção dos lagos e canais para fins paisagísticos, exceto chafarizes: turbidez inferior a cinco, coliforme fecal inferior a 500 NMP/100 ml, cloro residual superior a 0,5 mg/l. Nesse nível, é satisfatório um tratamento biológico aeróbio (filtro aeróbio submerso ou lodo ativado por batelada) seguido de filtração de areia e cloração. Pode-se também substituir a filtração por membranas filtrantes;
- Classe 3: Reúso nas descargas dos vasos sanitários: turbidez inferior a 10, coliformes fecais inferiores a 500 NMP/100 ml. Normalmente, as águas de enxágüe das máquinas de lavar roupas satisfazem a este padrão, sendo necessário apenas uma cloração. Para casos gerais, um tratamento aeróbio seguido de filtração e desinfecção satisfaz a este padrão;
- Classe 4: Reúso nos pomares, cereais, forragens, pastagens para gados e outros cultivos através de escoamento superficial ou por sistema de irrigação pontual. Coliforme fecal inferior a 5000 NMP/100 ml e oxigênio dissolvido acima de 2,0 mg/l. As aplicações devem ser interrompidas pelo menos 10 dias antes da colheita.

2.5- TECNOLOGIAS DE RENOVAÇÃO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS

O principal objetivo do tratamento de águas residuárias visando ao reúso é obter um efluente com característica física, química e microbiológica que atenda ao uso previsto. Sendo assim, observa-se que qualidade do efluente varia em função dos padrões de qualidade da água estabelecidos para cada tipo de reúso.

As tecnologias de renovação de águas residuárias são praticamente as mesmas que são utilizadas no tratamento convencional de águas residuárias e de águas de abastecimento. Em alguns casos, no planejamento do reúso de água, ocorre a adequação de uma estação de tratamento de esgotos existente ou a introdução de processos de tratamento adicionais (terciários ou avançados) na estação.

Os processos e operações unitárias mais empregados na recuperação da água residuária são apresentados na Tabela 2.11.

A tecnologia de tratamento necessária visando ao reúso, varia de acordo com o uso e a interação do homem com a água. Quanto maior o contato do homem com a água de reúso, torna-se necessário um tratamento tecnológico mais avançado.

Tabela 2.11 - Processos e operações unitárias mais empregados na recuperação da água residuária

Tratamento primário	Cloração ao "breakpoint"
Lodos ativados	Osiose reversa
Nitrificação	Tratamento no solo – escoamento à superfície
Desnitrificação	Tratamento no solo – irrigação
Filtros biológicos	Tratamento no solo – infiltração rápida
Discos biológico rotativos	Desinfecção por cloração
Coagulação, floculação química e sedimentação	Desinfecção por ozonização
Lodos ativados seguidos de filtração terciária	Tratamento em áreas pantanosas – "Wetlands"
Adsorção com carvão ativado	Sistemas de tratamento com plantas aquáticas
Volatilização de amônia	Lagoas de estabilização
Troca iônica seletiva	

Fonte: Metcalf & Eddy, 1995

Os processos convencionais de tratamento (sedimentação simples, lodos ativados, filtros biológicos, lagoas com aeração mecânica e valos de oxidação) não são capazes de atender aos padrões recomendados pela Organização Mundial de Saúde (OMS, 1989). O grau de eficiência, previsto por alguns desses processos, é representado por unidades logarítmicas (Tabela 2.12).

As águas residuárias domésticas não requerem tratamentos muito sofisticados para serem utilizadas na agricultura. Observa-se na Tabela 2.13 que o esquema de tratamento mais complexo, destinado à águas para irrigar produtos consumidos crus, é composto por tratamento primário, secundário e desinfecção. Esse esquema foi sugerido por um grupo de especialistas da OMS, em 1989.

Tabela 2.12 - Remoção prevista de organismos patogênicos por diversos processos de tratamento de águas residuárias

Processo de tratamento	Remoção (Unidades logarítmicas ₁₀) de			
	Bactérias	Helmintos	Vírus	Protozoários
Sedimentação primária	0-1	0-2	0-1	0-1
Coagulação química	1-2	1-3	0-1	0-1
Lodo ativado	0-2	0-2	0-1	0-1
Filtros biológicos	0-2	0-2	0-1	0-1
Lagoa aerada	1-2	1-3	1-2	0-3
Valo de oxidação	1-2	0-2	1-2	-
Desinfecção	2-6	0-1	0-4	-
Lagoas de estabilização	1-6	1-3	1-4	1-4
Sedimentação do efluente	1-6	1-3	1-4	1-4

Fonte: Teichmann, 1986, *apud* OMS, 1989

Tabela 2.13 – Métodos de tratamento recomendados pela OMS em 1989 para satisfazer os critérios sanitários estabelecidos para o aproveitamento de águas residuárias

Critérios sanitários	Irrigação		Fins recreacionais		Reúso municipal			
	Cultivos, não destinados para o consumo direto	Cultivos que devem ser cozidos; criação de peixes	Cultivos consumidos crus	Com contato	Sem contato	Reúso industrial	Água não potável	Água potável
	A + F	B + F D + F	D + F	B	D + G	C ou D	C	E
Clarificação preliminar	---	---	---	---	---	---	---	---
Tratamento biológico		---	---	---	---	---	---	---
Filtração em areia ou processo equivalente		-	-		---	-	---	--
Nitrificação						-		---
Desnitrificação								--
Clarificação química								--
Processo de carvão ativado								--
Troca iônica ou processo equivalente								--
Desinfecção		-	---	-	---	-	---	--- ^a

Fonte: OMS/OPAS, 1990

Critérios sanitários:

A: Nenhuma matéria grossa; ovos de parasitas completamente eliminados. B: Igual que A, mais uma eliminação completa de germes. C: Igual que A, mais a eliminação da maioria de germes e alguns vírus. D: Um máximo de 100 bactérias coliformes por 100 ml em 80% de amostras. E: Nenhuma bactéria coliforme por 100 ml, nenhum efeito prejudicial no homem, outros critérios para água potável. F: Nenhum tipo de substâncias químicas que deixem resíduos nos cultivos ou peixes. G: Nenhum tipo de substâncias químicas que irrite as membranas mucosas ou a pele.

Os métodos de tratamento marcados com ●● são imprescindíveis para satisfazer os critérios de proteção sanitária.

Os métodos marcados com ●● também são importantes, enquanto que aqueles marcados com ●, somente são necessários algumas vezes. ^a Cloro livre depois de 1 hora.

Na cidade de Denver, no Colorado, encontra-se uma estação de tratamento que é considerada um símbolo do nível de tratamento requerido para reúso potável direto. Nessa cidade, o esgoto tratado foi considerado como um manancial potencial, incorporando-se ao sistema público de abastecimento de água. De acordo com a Figura 2.2, após o tratamento secundário, o sistema inclui, os seguintes processos: Clarificação com cal; recarbonatação; filtração; desinfecção ultravioleta (como uma opção); adsorção por carvão ativado; osmose reversa ou ultrafiltração (alternativa opcional); remoção por arraste com ar; ozonização; e cloração.

Em San Diego, no Estado da Califórnia, está implantado um sistema de tratamento avançado de águas residuárias composto por uma série de unidades de processo, incluindo coagulação, filtração, osmose reversa, remoção por arraste com ar, adsorção por carvão

ativado e desinfecção. Esse sistema reduziu os contaminantes a níveis tais que, os riscos à saúde associados ao tratamento da água residuária, para fins potáveis, foram menores que aqueles provocados pelo atual sistema de abastecimento de água. O efluente do tratamento avançado representa um potencial suprimento de água bruta para a cidade de San Diego (Thompson *et al.*, 1992).

Em 1967, na cidade de Fênix, no Estado do Arizona, foi instalado um sistema de infiltração rápida no qual o efluente secundário da estação de tratamento de lodos ativados é aplicado em baias de infiltração localizadas em ambas as margens do rio Salt. O projeto visava determinar a viabilidade da renovação do efluente secundário através da recarga, usando a disposição no solo. Algumas análises na água renovada mostraram que a principal limitação desse sistema é a poluição da água subterrânea (Hammer, 1979).

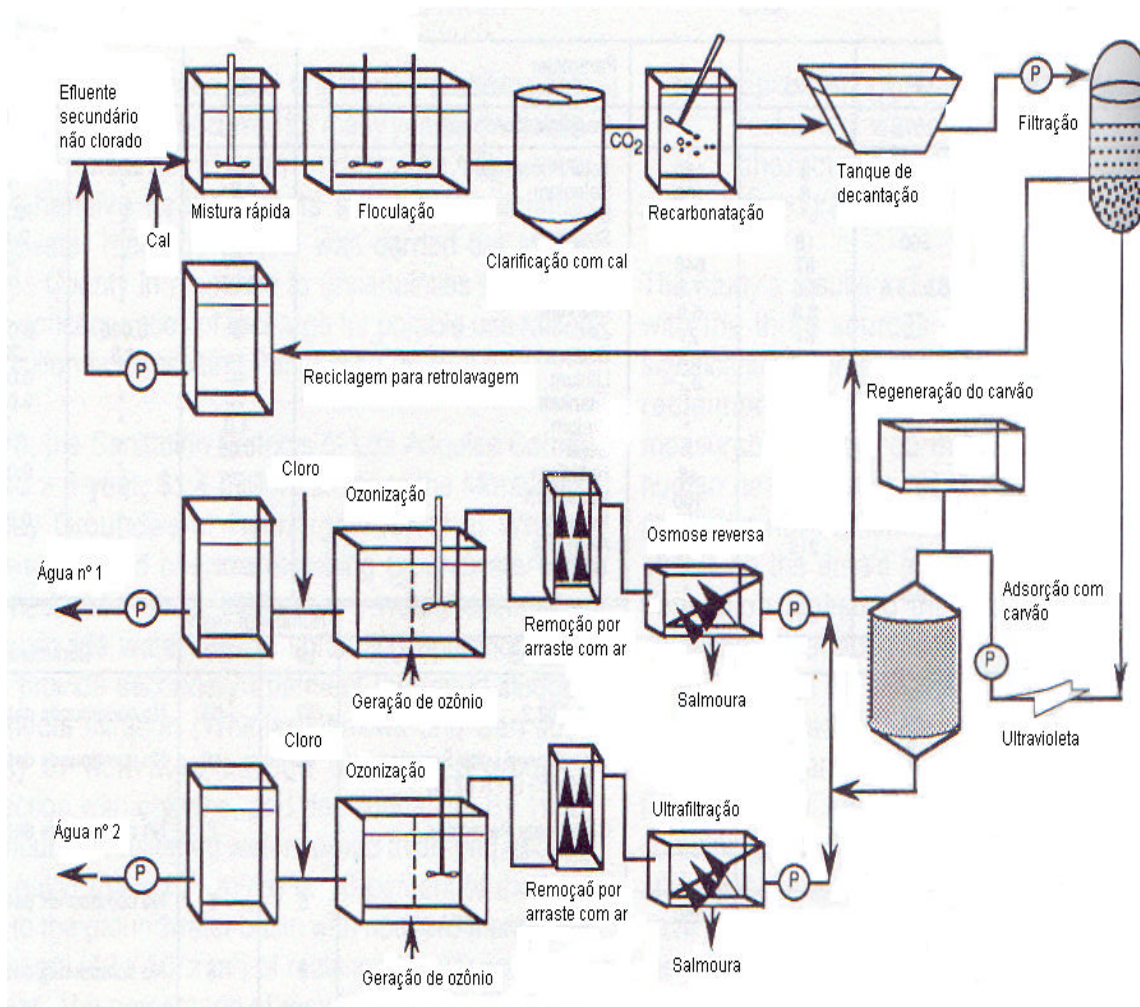


Figura 2.2 – Demonstração do processo de tratamento para obtenção de água potável na Estação Experimental de Denver

Fonte: EPA, 1992

2.6- ESTUDOS E PESQUISAS REALIZADAS SOBRE REÚSO DE ÁGUA

No Peru, o tratamento e uso de águas residuárias iniciou-se na década de sessenta com a implementação do sistema de lagoas de estabilização de San Juan de Miraflores, em Lima. No Peru está a sede do CEPIS – Centro Pan-Americano de Engenharia Sanitária e Ciências do Ambiente –, que juntamente com outras instituições nacionais estuda desde 1977 esse sistema para reutilizar as águas em diversas atividades. Os projetos realizados pelo CEPIS em San Juan de Miraflores são (Moscoso e León, 1996):

- Avaliação de lagoas de estabilização;
- Controle da qualidade da água em lagoas de estabilização usada na aquicultura;
- Avaliação microbiológica e toxicológica do uso de águas residuárias na irrigação agrícola;
- Reúso na aquicultura de águas tratadas em lagoas de estabilização;
- Reúso na agricultura de águas tratadas em lagoas de estabilização; e
- Avaliação de remoção de *Vibrio cholerae* em lagoas de estabilização;

A cidade de Denver, no Colorado, realiza, há mais de duas décadas, estudos sobre o reúso da água, em um centro experimental para produção de água potável. Vários ensaios e pesquisas são realizados nessa estação visando ao estabelecimento de uma produção segura, para demonstrar a viabilidade do processo, e, ganhar aceitação do público e das agências fiscalizadoras (Escalera, 1995).

No México, o CEPIS tem proposto a criação de um Centro Regional de Reúso de Águas Residuárias. O estudo visa o desenvolvimento de um modelo de gestão demonstrativo da viabilidade técnica e econômica de projetos de tratamento e uso de águas residuárias. Também tem-se elaborado um modelo similar para a zona semi-árida do nordeste brasileiro (Moscoso e León, 1994).

Em Israel, nos últimos anos, vem sendo desenvolvido um programa envolvendo pesquisa, planejamento e projeto de diversos sistemas de tratamento para obter águas residuárias com qualidade adequada para diversos usos, desde o agrícola até o industrial e o potável. A maior aplicação de águas residuárias é no reúso direto para irrigar campos agrícolas, onde, em 1971, utilizou-se 20% do efluente tratado em um sistema de lagoas de estabilização em série para irrigar seus campos (OMS/OPAS, 1990).

3- METODOLOGIA

No desenvolvimento deste trabalho foram realizadas as seguintes etapas:

1. Levantamento de fontes de informação;
2. Caracterização da área de estudo;
3. Caracterização das estações de tratamento de esgotos;
4. Levantamento dos critérios de qualidade para o reúso de água;
5. Comparações

A Figura 3.1 representa esquematicamente a estrutura do desenvolvimento deste trabalho.

3.1- LEVANTAMENTO DE FONTES DE INFORMAÇÃO

Para iniciar a realização deste trabalho foi necessário obter dados sobre a área onde estava sendo realizado o estudo e sobre as estações de tratamento de esgotos em operação. Foram utilizados como fontes de dados documentos publicados pelas seguintes instituições: CAESB – Companhia de Saneamento do Distrito Federal, EMATER/DF – Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Distrito Federal e da NOVACAP – Companhia Urbanizadora da Nova Capital do Brasil. Também foram adotados alguns dados contidos no Inventário Hidrogeológico e dos Recursos Hídricos Superficiais do Distrito Federal, elaborado por Campana *et al.* (1998).

3.2- CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Nesta etapa, foi realizada a caracterização da área de estudo, o Distrito Federal. Foram consideradas, principalmente, as informações contidas nos seguintes documentos:

1. Inventário Hidrogeológico e dos Recursos Hídricos Superficiais do Distrito Federal (Campana *et al.*, 1998);
2. Cordeiro (1999);
3. EMATER/DF (1999);
4. EMATER/DF (1999a);
5. IBGE (1991);
6. IBGE (1996) e
7. NOVACAP (1999).

Consideraram-se também visitas a alguns parques e jardins de Brasília (Plano Piloto), como a Praça das Fontes do Parque da Cidade e a Praça Portugal. Com isso, formou-se a base de dados para a caracterização da área de estudo, identificando-se a

demografia, o clima, os principais rios, a demanda e a oferta de água, as bacias hidrográficas e o sistema de esgotamento sanitário do Distrito Federal.

3.3- CARACTERIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTOS

Os dados referentes às estações de tratamento de esgotos foram obtidos consultando os documentos elaborados pela CAESB (Companhia de Saneamento do Distrito Federal), visitando as estações de tratamento de esgotos Brasília Norte, Brasília Sul, Sobradinho, Planaltina, Samambaia, Recanto das Emas, Riacho Fundo e Brazlândia, e entrevistando os técnicos operacionais e engenheiros responsáveis pelas estações.

As principais fontes de dados obtidas podem ser classificadas em quatro tipos, a saber:

1. Dados digitalizados (CAESB, 1999);
2. Dados datilografados obtidos em cópia papel reprografada (CAESB, 1999a);
3. Dados manuscritos em relatórios e transcritos (CAESB, 1999b); e
4. Dados copiados eletronicamente (CAESB, 1999c).

3.3.1- Descrição dos processos de tratamento das estações de tratamento de esgotos

Com as informações obtidas de CAESB (1999), das entrevistas com os técnicos da CAESB e das visitas realizadas às estações de tratamento de esgotos, foi feita a montagem do cenário atual das estações de tratamento de esgotos em operação no Distrito Federal.

Nessa etapa, realizou-se uma descrição dos processos e eficiência do tratamento das estações de tratamento de esgotos, abordando-se também a denominação da estação, o início de operação, a vazão de projeto, o corpo receptor das águas residuárias tratadas, a população de projeto, a população atual, as localidades de atendimento e a localização das ETE's em relação à bacia de esgotamento sanitário a qual pertencem.

3.3.2- Caracterização do efluente final

Com a obtenção dos dados, foram identificadas quais as características físicas, químicas e microbiológicas que eram medidas no efluente final das estações de tratamento de esgotos. Os dados disponibilizados pela CAESB, referem-se ao ano de 1999.

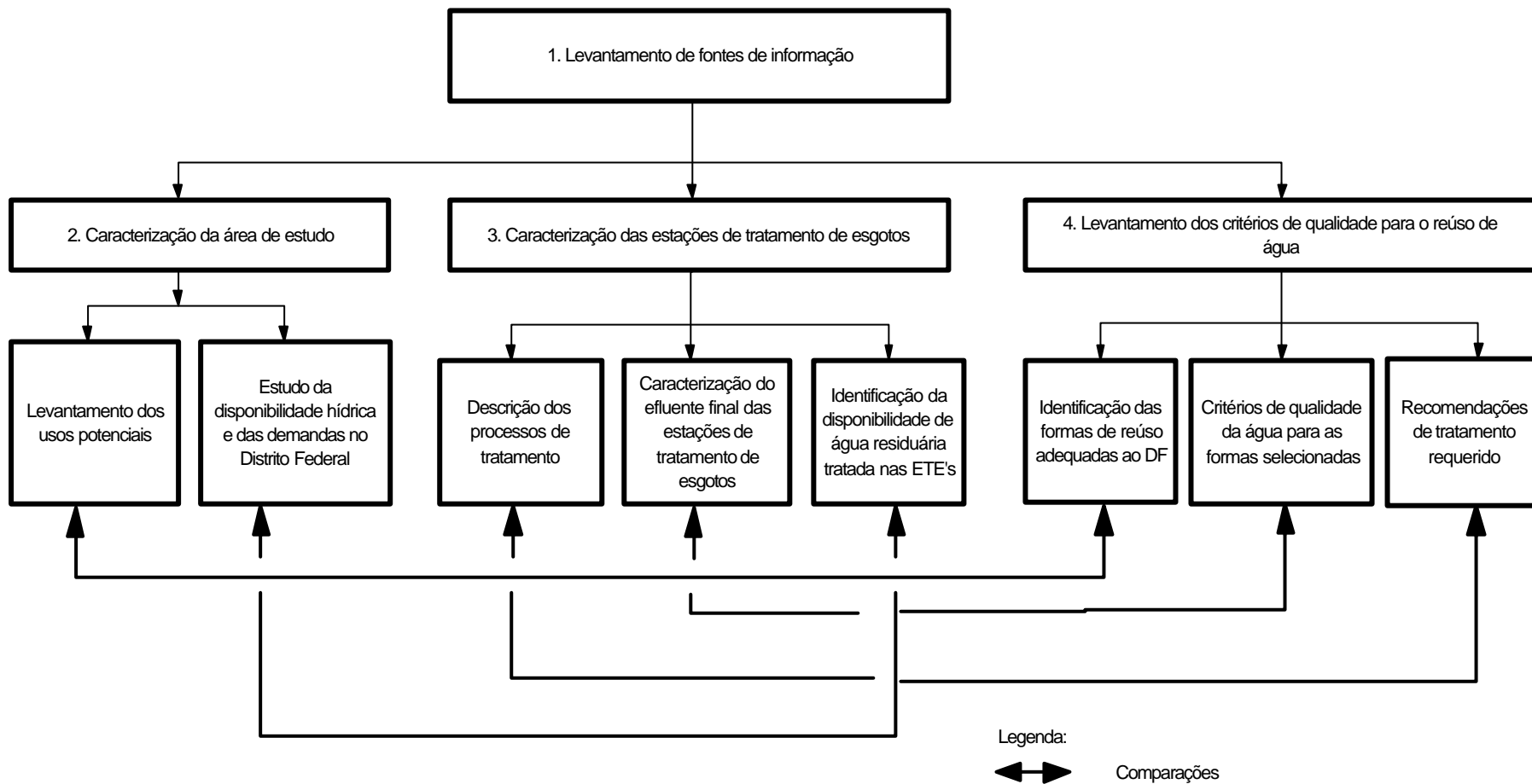


Figura 3.1 – Esquema de desenvolvimento da metodologia

3.3.3- Identificação das vazões disponíveis para reúso

Após todos os dados em mãos, verificou-se que a CAESB não realiza nas estações de tratamento de esgotos medidas de vazões efluentes. Por isso, baseando-se nas medidas médias mensais das vazões afluentes, expostas no apêndice B, e diante do reduzido tempo disponível para o término deste trabalho e da constatação da escassez de dados, foram estimadas por Gomes *et al.* (2000) as vazões efluentes das Estações de Tratamento de Esgotos. Nessa estimativa, consideraram-se três hipóteses:

1. Vazão efluente igual à vazão afluente;
2. Vazão efluente igual a 40% da vazão afluente; e
3. Vazão efluente igual a 30% da vazão afluente.

Na hipótese 1 foram consideradas, as estações de tratamento de esgotos que apresentam perdas desprezíveis durante os processos de tratamento, como: Sobradinho, Brazlândia, Brasília Norte, Brasília Sul, Samambaia, Riacho Fundo e Recanto das Emas.

A hipótese 2 foi estabelecida, também, de acordo com uma medição feita na ETE Paranoá. De acordo com Machado (2000) foi realizada uma medição, em 1999. Utilizando um vertedor triangular, realizaram-se leituras de hora em hora, durante um período de 24 horas. Os resultados dessas medidas indicaram que cerca de 60% da vazão afluente à estação estava sendo retida no solo. Com isso, conclui-se que, nessa época, a vazão efluente dessa estação era de aproximadamente 40% da vazão afluente. Consideraram-se então, as ETE's Alagado e São Sebastião, devido à semelhança do processo (reatores UASB, lagoas e infiltração no solo) com a ETE Paranoá, e a ETE Planaltina devido à extensa lâmina d'água das lagoas que provocam uma considerável perda por evaporação.

Na hipótese 3 insere-se a ETE Vale do Amanhecer, pois de acordo com Gomes *et al.* (2000) essa estação apresenta uma perda maior do que as estações consideradas na hipótese 2, devido ao atual sistema de aeração das lagoas.

Sendo assim, estimadas as vazões efluentes, verificou-se a potencialidade hídrica das estações de tratamento de esgotos, ou seja, qual o volume de água residuária tratada que poderia ser inserido em um programa de reúso de água.

3.4- LEVANTAMENTO DE CRITÉRIOS PARA O REÚSO DA ÁGUA

Nesta etapa, foi feito um levantamento sobre os tipos de reúso praticados adequados para Distrito Federal e, de acordo com os critérios de qualidade da água apresentados no item 2.5, foram identificadas as concentrações e parâmetros recomendados no controle da qualidade da água, para os diversos usos.

3.5- COMPARAÇÕES

Em seguida foram feitas as seguintes comparações:

- Os usos da água identificados na área de estudo foram comparados com as formas de reúso identificadas como adequadas para o Distrito Federal.
- A disponibilidade hídrica e as demandas foram comparadas com as vazões efluentes das estações de tratamento de esgotos.
- Os processos de tratamento das ETE's foram comparados com os tratamentos requeridos recomendados.
- Os valores médios anuais das características físicas, químicas e microbiológicas do efluente final das ETE's foram comparados com os critérios de qualidade da água para as formas selecionadas.

4- ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo desta pesquisa compreende o Distrito Federal, sede da Capital da República, localizado na região Centro-Oeste do Brasil, no Estado de Goiás. O DF (Distrito Federal) encontra-se entre os paralelos de 15°30' e 16°03' de latitude sul e os meridianos de 47°25' e 48°12' de longitude (CODEPLAN, 1996). Limita-se, a oeste, com o rio Descoberto e, a leste, com o rio Preto. Ao norte e ao sul é limitado por linhas retas. Limita-se, também, a leste com o município de Cabeceira Grande, pertencente ao Estado de Minas Gerais e com os seguintes municípios, pertencentes ao Estado de Goiás (Baptista, 1998, modificado):

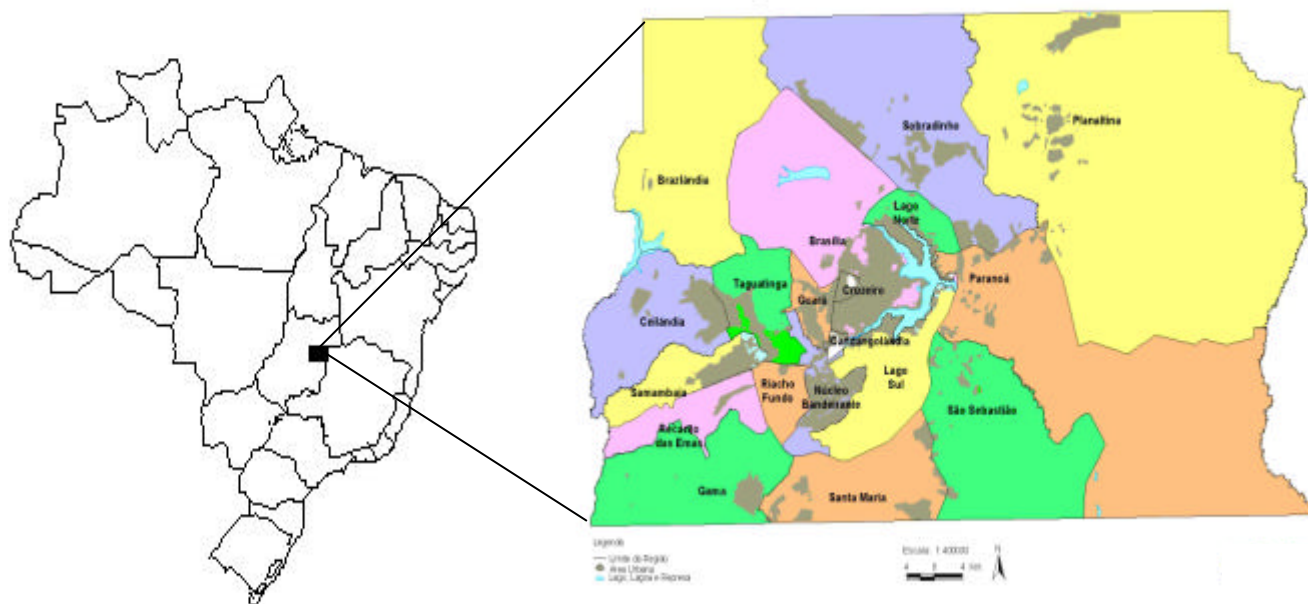
- Ao norte: Planaltina de Goiás, Padre Bernardo e Formosa.
- Ao sul: Novo Gama, Valparaíso, Cristalina, Santo Antônio do Descoberto e Cidade Ocidental.
- A leste: Formosa.
- A oeste: Santo Antônio do Descoberto e Águas Lindas.

O Distrito Federal abrange uma área superficial de 5.789,16 km² e apresenta uma divisão político-administrativa composta por dezenove Regiões Administrativas – RA's: Brasília (472,12 km²), Gama (276,34 km²), Taguatinga (121,55 km²), Brazlândia (474,83 km²), Sobradinho (572,59 km²), Planaltina (1.534,69 km²), Paranoá (853,33 km²), Núcleo Bandeirante (80,43 km²), Ceilândia (230,33 km²), Guará (45,46 km²), Cruzeiro (8,90 km²), Samambaia (105,70 km²), Santa Maria (215,86 km²), São Sebastião (383,71 km²), Recanto das Emas (101,22 km²), Lago Sul (183,39 km²), Riacho Fundo (56,02 km²), Lago Norte (66,08 km²) e Candangolândia (6,61 km²). A Figura 4.1 mostra a localização e a divisão político-administrativa do Distrito Federal (Campana *et al.*, 1998).

Dentre essas regiões administrativas, os habitantes das RA's de Ceilândia, Taguatinga e Samambaia formam 39,69% da população do DF. As RA's de Brasília, Cruzeiro, Candangolândia, Lago Sul, Lago Norte, Paranoá e São Sebastião concentram, na área central do DF, cerca de 23% da população. As RA's de Brazlândia, Sobradinho e Planaltina na região norte do DF, caracterizam uma área de baixa concentração populacional, abrigando apenas 14,56% da população (Tabela 4.1).

O clima do Distrito Federal é tropical. As estações caracterizam-se por verão chuvoso e inverno seco. Segundo a classificação de Köppen, enquadra-se entre os tipos “tropical de savana” e “temperado chuvoso de inverno seco”. A concentração de chuvas ocorre no verão, principalmente nos meses de outubro a abril, e o período de seca ocorre no inverno, nos meses de maio a setembro (CODEPLAN, 1996).

A precipitação média anual está em torno de 1600 mm, apresentando uma distribuição irregular, com ocorrência de menores alturas pluviométricas anuais na parte leste e as mais elevadas a nordeste e a sudeste do Distrito Federal (Campos e Silva, 1998).



- RA I - Brasília
- RA II - Gama
- RA III - Taguatinga
- RA IV - Brazlândia
- RA V - Sobradinho
- RA VI - Planaltina
- RA VII - Paranoá
- RA VIII - Núcleo Bandeirante
- RA IX - Ceilândia
- RA X - Guará
- RA XI - Cruzeiro
- RA XII - Samambaia
- RA XIII - Santa Maria
- RA XIV - São Sebastião
- RA XV - Recanto das Emas
- RA XVI - Lago Sul
- RA XVII - Riacho Fundo
- RA XVIII - Lago Norte
- RA XIX - Candangolândia

Figura 4.1 – Localização do Distrito Federal e Regiões Administrativas

Fonte: CODEPLAN (1997), modificado

Tabela 4.1 - População residente, área e densidade demográfica segundo as Regiões Administrativas do Distrito Federal - 1991 e 1996

Região Administrativa	Área (Km ²)	População (1991)	População (1996)	Densidade demográfica, 1996 (hab./Km ²)
RA I – Brasília	473,10	212.800	202.426	427,90
RA II – Gama	276,10	136.303	121.601	440,40
RA III – Taguatinga	121,40	228.249	221.254	1.822,50
RA IV – Brazlândia	474,00	41.119	47.714	100,70
RA V – Sobradinho	569,40	81.521	101.136	177,60
RA VI – Planaltina	1.537,20	90.185	116.452	75,80
RA VII – Paranoá	851,90	39.075	47.126	55,30
RA VIII – Núcleo Bandeirante	82,40	27.961	31.327	380,20
RA IX – Ceilândia	232,00	364.289	342.885	1.477,95
RA X – Guará	45,70	97.374	102.709	2.247,50
RA XI – Cruzeiro	9,00	51.230	56.008	6.232,00
RA XII – Samambaia	106,00	127.431	157.341	1.484,40
RA XIII – Santa Maria	211,30	14.736	87.706	415,10
RA XIV – São Sebastião	383,20	17.390	44.235	115,40
RA XV – Recanto das Emas	101,50	2.240	51.671	509,10
RA XVI – Lago Sul	190,20	27.329	28.946	152,20
RA XVII – Riacho Fundo	54,50	5.664	21.371	392,13
RA XVIII – Lago Norte	57,50	22.135	26.211	455,80
RA XIX – Candangolândia	6,70	14.063	13.827	2.063,70
Distrito Federal	5.783,00	1.601.094	1.821.946	315,10

Fontes: IBGE, 1991; IBGE, 1996; CODEPLAN, 1997

Segundo EMBRAPA (1978) *apud* Martins (1998), as precipitações variam em torno de 1500 mm e 2000 mm anuais, e a média situa-se em torno de 1600 mm. De janeiro a junho ocorre um declínio, que mantém-se até agosto, a partir do qual ocorre uma retomada da precipitação. No mês de janeiro apresenta o seu maior índice pluviométrico (320 mm/mês) e durante os meses de junho, julho e agosto, chega à média mensal total da ordem de 50 mm.

Na região Nordeste do Brasil, principalmente no semi-árido, fatores climáticos como baixa precipitação pluviométrica, altas temperaturas e elevadas taxas de evaporação, associados às características do solo e da cobertura vegetal, têm contribuído para o agravamento da situação de escassez em áreas bastante críticas nos estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco. Para controlar e evitar essa situação Souza e Mota (1995) recomendam o reúso de água como uma alternativa a ser adotada para suprir a carência de água na região.

No Distrito Federal aproximadamente 12% da precipitação total infiltra-se na zona vadosa e efetivamente alcança a zona saturada do aquífero. A evapotranspiração real fica em torno de 900 mm anuais, apresentando, entretanto, déficit hídrico dos meses de maio à setembro e superávit dos meses de outubro à abril. Sendo esse último período de elevado contraste, pois de novembro à março concentra em torno de 47% da precipitação anual (Barros, 1987).

A umidade relativa do ar apresenta valores que flutuam em torno de 75% durante os meses de janeiro a abril. Em agosto atinge uma média mínima de 30%, porém, durante alguns dias, pode alcançar valores de até 11% (Martins, 1998).

O suprimento básico de água potável às populações do Distrito Federal se faz a partir de dois grandes sistemas: Santa Maria/Torto e Descoberto, complementados por dezessete pequenas e médias captações (IPDF, 1996).

De acordo com a Tabela 4.2 o consumo de água no Distrito Federal varia desde 200 l/hab.dia, nas Regiões Administrativas de Brazlândia, Paranoá, Santa Maria, São Sebastião, Recanto das Emas e Riacho Fundo, atingindo 400 l/hab.dia nas Regiões Administrativas de Brasília, Lago Sul e Lago Norte. Nas Regiões Administrativas Gama, Sobradinho, Planaltina, Núcleo Bandeirante, Ceilândia, Samambaia e Candangolândia o consumo é de 250 l/hab.dia, e, nas Regiões Administrativas de Taguatinga, Guará e Cruzeiro, o consumo é de 300 l/hab.dia. O Distrito Federal é um território que, proporcionalmente, apresenta alto consumo de água.

Tabela 4.2 - Consumo de água no Distrito Federal por região administrativa

Região Administrativa	Consumo l/hab.dia	Região Administrativa	Consumo l/hab.dia
RA I – Brasília	400	RA XI – Cruzeiro	300
RA II – Gama	250	RA XII – Samambaia	250
RA III – Taguatinga	300	RA XIII – Santa Maria	200
RA IV – Brazlândia	200	RA XIV – São Sebastião	200
RA V – Sobradinho	250	RA XV – Recanto das Emas	200
RA VI – Planaltina	250	RA XVI – Lago Sul	400
RA VII – Paranoá	200	RA XVII – Riacho Fundo	200
RA VIII – Núcleo Bandeirante	250	RA XVIII – Lago Norte	400
RA IX – Ceilândia	250	RA XIX – Candangolândia	250
RA X – Guará	300		

Fonte: CAESB, 1995, *apud* IPDF, 1996

Dados referentes à agricultura do Distrito Federal encontram -se no apêndice A. O Distrito Federal possui aproximadamente 14.300 hectares de área irrigada. Nessa área, os principais tipos de cultivos são grãos (51,5%), hortaliças (45,2%) e frutíferas (3,3%). Os sistemas de irrigação mais adotados são o pivô central, a aspersão convencional, a microaspersão, o gotejamento (campo e estufa), o sulco e a inundação. O pivô central é adotado em 57% das áreas que possuem algum desses métodos.

O Distrito Federal dispõe de extensas áreas verdes e arborizadas, parques e jardins públicos. Sob a responsabilidade da NOVACAP – Companhia Urbanizadora da Nova Capital do Brasil – existem aproximadamente 173.800 m² de áreas paisagísticas distribuídas entre canteiros de flores, gramados, plantas arbustivas e árvores. Atualmente existem cerca de quatro milhões de árvores plantadas, geralmente espécies nativas que apresentam total integração com a paisagem e ecossistema existente. As localidades atendidas por essa companhia são Brasília (Plano Piloto), Lago Norte e Lago Sul. A água utilizada para irrigação dessas áreas verdes são oriundas de pequenos córregos existentes em Brasília. Os métodos de irrigação utilizados são sistemas de aspersão, irrigação manual e “carros pipa” (Cordeiro, 1999; NOVACAP, 1999).

Dentre as praças públicas, no Distrito Federal, duas merecem especial destaque. A Praça das Fontes do Parque da Cidade, cujos jardins foram projetados por Burle Marx em maio de 1976, que possui uma área onde estão distribuídos canteiros e fontes de água, e a Praça Portugal, situada no Setor de Embaixadas Sul. Essa praça possui fontes que emolduram um extenso espelho d’água, além de canteiros, gramados e palmeiras imperiais.

4.1- RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS DO DISTRITO FEDERAL

Situado em áreas de cabeceira, o Distrito Federal tem como limites naturais o rio Descoberto, a oeste, o rio Preto, a leste, o rio São Bartolomeu, a centro-leste, e o rio Maranhão, ao norte. Esses rios constituem as sub-bacias de três grandes bacias brasileiras, localizadas fora dos seus limites geográficos (Tabela 3.3).

Tabela 4.3 - Região hidrográfica, bacias e área – Distrito Federal

Região hidrográfica	Bacias	Área (Km ²) ¹
Bacia do rio Paraná	Rio São Bartolomeu, lago Paranoá, rio Descoberto, rio Corumbá e rio São Marcos.	2.582
Bacia do rio São Francisco	Rio Preto	1.374
Bacia do rio Araguaia / Tocantins	Rio Maranhão	762

Fonte: CODEPLAN, 1997a

¹Referente às áreas das bacias situadas dentro do Distrito Federal.

O Distrito Federal conta ainda com volumes de água disponíveis no lago Paranoá, Descoberto e Santa Maria, construídos para atender ao abastecimento de água, melhoria do microclima, e aspectos de recreação e paisagismo da região. Além desses, têm-se as lagoas Bonita ou Mestre D'Armas e a Joaquim Medeiros (Campana *et al.*, 1998).

O lago Paranoá localiza-se no Plano Piloto de Brasília. Foi construído com a finalidade de amenizar as condições climáticas da região, gerar energia elétrica e, também, como uma opção de lazer para a população. Acumula um volume de $510 \times 10^6 \text{ m}^3$ de água distribuído superficialmente em uma área de 38 Km^2 (CAESB, 1990). Esse lago é o corpo receptor dos efluentes das Estações de Tratamento de Esgotos Sul e Norte.

O lago Descoberto foi construído visando à captação de água para o abastecimento urbano do Distrito Federal, principalmente para abastecer a cidade satélite de Ceilândia. Além disso, a sua criação também serviu para complementar o abastecimento de água nas cidades de Taguatinga e Guará, e nos núcleos industriais de Ceilândia e de Brasília. Tem capacidade para armazenar $120 \times 10^6 \text{ m}^3$ de água, em uma área de 17 Km^2 e capacidade estimada de suprimento de até $6 \text{ m}^3/\text{s}$, o que representará no ano 2000, cerca de 2/3 da demanda total do Distrito Federal. Os seus tributários são o rio Descoberto, o córrego Chapadinha, o córrego Olaria, o ribeirão Rodeador, o córrego Capão Comprido e o ribeirão das Pedras (Campana *et al.*, 1998). É considerado o principal manancial do Distrito Federal.

Entre os anos de 1979 a 1997, os seus tributários contribuíram com uma vazão média anual de aproximadamente $6,2 \text{ m}^3/\text{s}$, variando entre $3,86 \text{ m}^3/\text{s}$ a $9,50 \text{ m}^3/\text{s}$. O rio

Descoberto, o ribeirão Rodeador e o ribeirão das Pedras são os tributários de maior contribuição, com cerca de 85% da vazão afluente ao lago (Campana *et al.*, 1998).

O lago Santa Maria é a principal fonte de abastecimento de água de Brasília (Plano Piloto). Seu volume total de armazenamento é de $58,45 \times 10^6 \text{ m}^3$ e o seu volume útil é de $45,70 \times 10^6 \text{ m}^3$ (CAESB, 1986; CAESB, 1987).

O Distrito Federal possui alguns reservatórios de pequeno porte geralmente com superfície inferior a 1 Km^2 , que são: a barragem do Torto, o ribeirão do Gama, o córrego do Lobo, o ribeirão Saia Velha, a represa Nova, a represa Velha, o córrego Sarandi, o córrego Veredinha, o ribeirão Alagado, o córrego Samambaia, o córrego Buriti Grande e o ribeirão Jacaré. Destacam-se também as lagoas situadas na sub-bacia do ribeirão Mestre D'Armas: a lagoa Bonita ou Mestre D'Armas, a lagoa Joaquim de Medeiros e a lagoinha dos Carás, a lagoa dos Veados, na bacia do rio São Marcos, e a lagoa Bom Sucesso, na bacia do rio Maranhão (Campana *et al.*, 1998).

4.2- BACIAS HIDROGRÁFICAS DO DISTRITO FEDERAL

A rede de drenagem dos rios perenes do Distrito Federal é formada por sete bacias hidrográficas: lago Paranoá, rio São Bartolomeu, rio Descoberto, rio Maranhão, rio Preto, rio Corumbá e rio São Marcos (Figura 4.2).

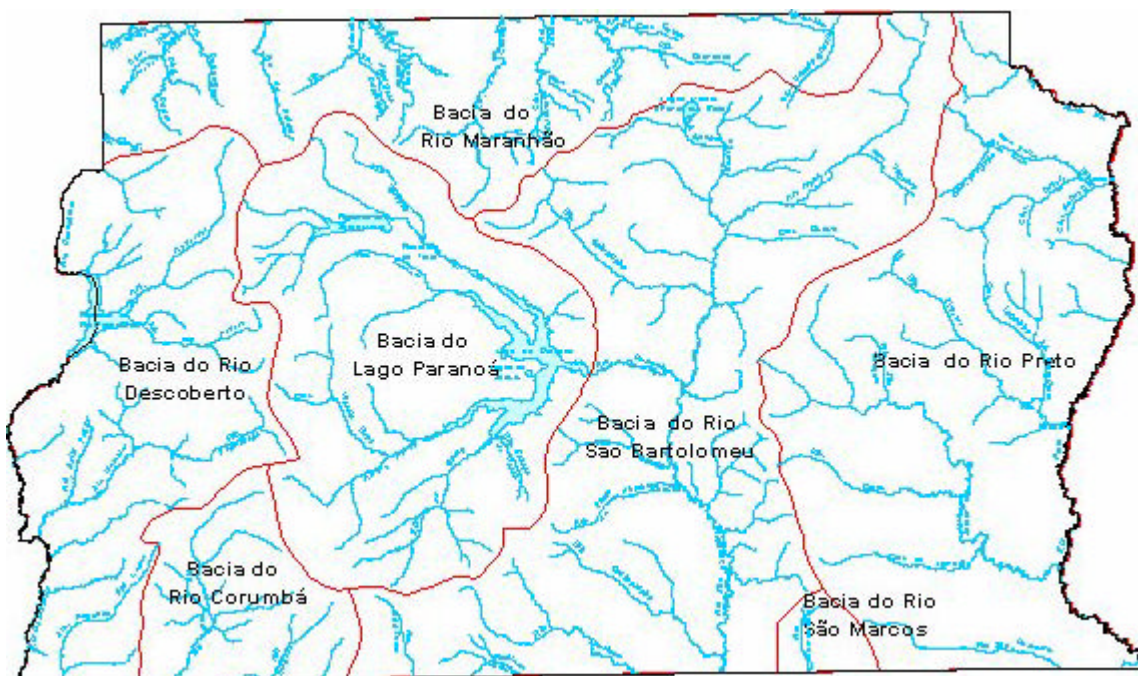


Figura 4.2 – Bacias hidrográficas do Distrito Federal

Fonte: IPDF, 1996 (modificado)

4.2.1- Bacia hidrográfica do lago Paranoá

A bacia hidrográfica do lago Paranoá apresenta cerca de 410.000 habitantes, distribuídos nas Regiões Administrativas de Brasília, Lago Norte, Lago Sul, Núcleo Bandeirante, Riacho Fundo, Candangolândia, Cruzeiro e Guará. Seus principais cursos d'água são o riacho Fundo, o ribeirão do Gama, o córrego Cabeça de Veado, o córrego do Acampamento e o ribeirão Bananal (Campana *et al.*, 1998).

De acordo com as estimativas realizadas por Campana *et al.*, (1998) a demanda de água para abastecimento público na bacia hidrográfica do lago Paranoá, para o período de 1991-2015, é de 1942,19 l/s e 3.553,69 l/s, crescendo cerca de 72% nesse período (Tabela 4.4). As Regiões Administrativas que apresentam as maiores taxas de crescimento de demanda para o abastecimento urbano nessa bacia são Paranoá (104%), Lago Norte (100%), Núcleo Bandeirante (89%) e Cruzeiro (84%). Sendo que Brasília, em referência ao ano de 1991, é responsável por 50% da demanda hídrica, seguida por Guará (17%), Cruzeiro (9%) e Lago Sul (6%). Nessa bacia, estima-se aproximadamente 516 l/s de demanda hídrica total para irrigação (Tabela 4.5).

Tabela 4.4 - Estimativas da população e demanda hídrica para as regiões administrativas localizadas na bacia hidrográfica do lago Paranoá

Região Administrativa	População 1991 (hab.)	Demanda 1991 (l/s)	População 1996 (hab.)	Demanda 1996 (l/s)	População 2000 (hab.)	Demanda 2000 (l/s)
Brasília	212.800	985,18	202.360	936,85	224.765	1040,57
Paranoá	39.075	90,45	47.155	109,15	52.376	121,24
Núcleo Bandeirante	27.961	80,90	31.296	90,55	34.761	100,58
Guará	97.374	338,10	102.905	357,30	114.298	396,86
Cruzeiro	51.230	177,88	55.998	194,43	62.198	215,96
Lago Sul	27.329	126,52	28.923	133,90	32.125	148,72
Lago Norte	22.135	102,47	26.265	121,59	29.173	135,06
Candangolândia	14.063	40,69	13.829	40,01	15.360	44,44
Total	491.967	1.942,19	508.731	1.983,78	565.056	2.203,43
Região Administrativa	População 2005(hab.)	Demanda 2005(l/s)	População 2010 (hab.)	Demanda 2010 (l/s)	População 2015 (hab.)	Demanda 2015 (l/s)
Brasília	256.292	1186,53	300.015	1.388,95	342.097	1.583,78
Paranoá	59.722	138,24	69.911	161,83	79.717	184,53
Núcleo Bandeirante	39.636	114,68	46.398	134,25	52.907	153,08
Guará	130.331	452,53	152.565	529,73	173.964	604,04
Cruzeiro	70.922	246,25	83.021	288,26	94.666	328,70
Lago Sul	36.631	169,58	42.880	198,51	48.895	226,36
Lago Norte	33.265	154,00	38.940	180,27	44.402	205,56
Candangolândia	17.514	50,67	20.502	59,32	23.378	67,64
Total	644.313	2.512,48	754.232	2.941,12	860.026	3.353,69

Fonte: Campana *et al.*, 1998

Tabela 4.5 - Áreas irrigadas e demanda hídrica para a bacia hidrográfica do lago Paranoá

Escritório local		Aspersão	Gotejamento	Sulcos	Inundação	Total
Vargem Bonita	Área (ha)	318,02	2,62	-	-	320,64
	Demanda (l/s)	318,02	0,42	-	-	318,43
Taguatinga	Área (ha)	197,5	0,30	-	-	197,80
	Demanda (l/s)	197,5	0,05	-	-	197,55
					Área total (ha)	518,44
					Demanda total (l/s)	515,98

Fonte: Campana *et al.*, 1998

4.2.2- Bacia hidrográfica do rio Descoberto

A bacia hidrográfica do rio Descoberto possui uma área estimada em torno de 444 km², sendo 372,5 km² no território do Distrito Federal e 71,4 km² no Estado de Goiás, equivalentes respectivamente a 84% e 16% da área total da bacia. A leste tem como limite a bacia hidrográfica do lago Santa Maria, onde se encontra o Parque Nacional de Brasília; a oeste a bacia do rio Verde, onde estão localizadas as cidades de Santo Antônio do Descoberto e Pedro Bernardo; ao norte a bacia hidrográfica do rio Maranhão, e ao sul a sub-bacia do rio Melchior, afluente do rio Descoberto. O potencial hídrico teórico dos principais córregos que formam parte da sua área de drenagem foi estimado em cerca de 6,4 m³/s. Nessa bacia, estão inseridos os núcleos urbanos de Taguatinga, Ceilândia, Brazlândia e parte da cidade de Samambaia, fazendo com que seja uma das bacias mais povoadas do Distrito Federal. Encontra-se, situada, também na bacia parte das Regiões Administrativas do Recanto das Emas e do Gama (Campana *et al.*, 1998).

Conforme os dados apresentados na Tabela 4.6, verifica-se que, na bacia hidrográfica do rio Descoberto, as Regiões Administrativas de Ceilândia e Taguatinga são responsáveis pelas maiores demandas hídricas para o abastecimento urbano, com aproximadamente 45% e 34% respectivamente (referente aos dados de 1991). Com isso, essas duas regiões administrativas representam cerca de 80% de toda demanda hídrica dessa bacia. No entanto, as Regiões Administrativas de Samambaia e Brazlândia apresentam as maiores taxas de crescimento da demanda hídrica para o período de 1991-2015, com valores da ordem de 108% e 96%, respectivamente. Observa-se na Tabela 4.7, uma estimativa de demanda hídrica total para irrigação de aproximadamente 2.110 l/s.

4.2.3- Bacia hidrográfica do rio São Bartolomeu

Dentro dos limites da bacia hidrográfica do rio São Bartolomeu, estão situados os núcleos urbanos das Regiões Administrativas de Sobradinho, Planaltina e São Sebastião. Também fazem parte dessa bacia uma parcela das Regiões Administrativas de Sobradinho,

Planaltina, Paranoá, São Sebastião e Santa Maria. É a bacia de maior área do Distrito Federal. Seu principal corpo d'água, o rio São Bartolomeu, o mais caudaloso dos rios do DF, tem como afluentes mais importantes o ribeirão Sobradinho, o ribeirão Mestre D'Armas e o rio Paranoá. Os principais lagos dessa bacia são a lagoa Bonita ou Mestre D'Armas e a lagoa Joaquim Medeiros (Campana *et al.*, 1998).

Observa-se na Tabela 4.8 que, a Região Administrativa de Planaltina é a que apresenta o maior índice em termos de demanda hídrica para abastecimento público, cerca de 48% do total da demanda. A taxa de crescimento da demanda, para o período de 1991-2015, situa-se em torno de 130%. Destaca-se a Região Administrativa de São Sebastião, com uma elevada taxa de crescimento, aproximadamente 330%. De acordo com os dados apresentados na Tabela 4.9, estima-se uma demanda hídrica total para irrigação de aproximadamente 1.860 l/s (Campana *et al.*, 1998).

Tabela 4.6 - Estimativas da população e demanda hídrica para as regiões administrativas localizadas na bacia hidrográfica do rio Descoberto

Região Administrativa	População 1991 (hab.)	Demanda 1991 (l/s)	População 1996 (hab.)	Demanda 1996 (l/s)	População 2000 (hab.)	Demanda 2000 (l/s)
Taguatinga	228.249	792,53	221.247	768,21	245.743	853,27
Brazlândia	41.119	95,18	47.716	110,45	52.999	122,68
Ceilândia	364.289	1.054,07	342.834	991,99	380.793	1.101,83
Samambaia	127.431	368,72	157.399	455,43	174.826	505,86
Total	761.008	2.310,50	769.196	2.326,08	854.361	2.583,64
Região Administrativa	População 2005 (hab.)	Demanda 2005 (l/s)	População 2010 (hab.)	Demanda 2010 (l/s)	População 2015 (hab.)	Demanda 2015 (l/s)
Taguatinga	280.213	972,96	328.017	1.138,94	374.026	1.298,70
Brazlândia	60.433	139,89	70.742	163,75	80.665	186,72
Ceilândia	434.205	1256,38	508.279	1.470,71	579.574	1.677,00
Samambaia	199.348	576,81	233.357	675,22	266.089	769,93
Total	974.199	2.946,04	1.140.395	3.118,62	1.300.354	3.932,35

Fonte: Campana *et al.*, 1998

Tabela 4.7 - Áreas irrigadas e demanda hídrica para a bacia hidrográfica do rio Descoberto

Escritório local		Aspersão	Gotejamento	Sulcos	Inundação	Total
Alexandre Gusmão	Área (ha)	1368,00	1,00	-	1,00	1370,00
	Demanda (l/s)	1368,00	0,16	-	60,00	1428,16
Ceilândia	Área (ha)	190,00	0,84	-	-	190,84
	Demanda (l/s)	190,00	0,13	-	-	190,13
Brazlândia	Área (ha)	427,70	0,68	4,54	-	432,92
	Demanda (l/s)	427,70	0,11	5,72	-	433,53
Gama	Área (ha)	54,26	1,94	1,94	-	58,14
	Demanda (l/s)	54,26	0,31	2,44	-	57,01
Área total (ha)						2.051,90
Demanda total (l/s)						2.108,83

Fonte: Campana *et al.*, 1998

Tabela 4.8 - Estimativas da população e demanda hídrica para as regiões administrativas localizadas na bacia hidrográfica do rio São Bartolomeu

Região Administrativa	População 1991 (hab.)	Demanda 1991 (l/s)	População 1996 (hab.)	Demanda 1996 (l/s)	População 2000 (hab.)	Demanda 2000 (l/s)
Sobradinho	81.521	235,88	101.100	292,53	112.293	324,92
Planaltina	90.185	260,95	116.506	337,11	129.405	374,43
São Sebastião	17.390	40,25	44.256	102,44	49.156	113,78
Total	189.096	537,08	261.862	732,08	290.854	813,13
Região Administrativa	População 2005 (hab.)	Demanda 2005 (l/s)	População 2010 (hab.)	Demanda 2010 (l/s)	População 2015 (hab.)	Demanda 2015 (l/s)
Sobradinho	128.045	370,50	149.889	433,70	170.913	494,53
Planaltina	147.556	426,95	172.729	499,79	196.957	569,89
São Sebastião	56.051	129,74	65.613	151,88	74.816	173,18
Total	331.652	927,19	388.231	1.085,37	442.686	1.237,60

Fonte: Campana *et al.*, 1998

Tabela 4.9 - Áreas irrigadas e demanda hídrica para a bacia hidrográfica do rio São Bartolomeu

Escritório local		Aspersão	Gotejamento	Sulcos	Inundação	Total
Paranoá	Área (ha)	12,00	1,00	3,00	-	16,00
	Demanda (l/s)	12,00	0,16	3,78	-	15,94
Nova Betânia	Área (ha)	249,50	-	5,00	-	254,50
	Demanda (l/s)	249,50	-	6,30	-	255,80
Sobradinho	Área (ha)	12,50	0,80	4,10	-	17,40
	Demanda (l/s)	12,50	0,13	5,17	-	17,80
Planaltina	Área (ha)	178,80	3,50	105,40	-	287,70
	Demanda (l/s)	178,80	0,56	132,80	-	312,16
Pipiripau	Área (ha)	184,40	8,60	29,75	-	222,75
	Demanda (l/s)	184,40	1,38	37,49	-	223,27
Taquara	Área (ha)	381,80	4,13	21,21	-	407,14
	Demanda (l/s)	381,80	0,66	26,72	-	409,18
PAD/DF	Área (ha)	621,33	0,08	3,88	-	625,29
	Demanda (l/s)	621,33	0,01	4,88	-	626,22
					Área total	1.830,78
					Demanda total	1.860,37

Fonte: Campana *et al.*, 1998

4.2.4- Bacia hidrográfica do rio Corumbá

Na bacia hidrográfica do rio Corumbá estão inseridos os núcleos urbanos do Gama, Recanto das Emas, Santa Maria e porção sul de Samambaia. Seus principais cursos d'água são o ribeirão Alagado e os córregos Vargem da Benção e Monjolo, sendo os dois últimos afluentes do ribeirão Ponte Alta (Campana *et al.*, 1998). De acordo com os dados apresentados na Tabela 4.10, a região administrativa que apresenta a maior taxa de demanda hídrica para abastecimento urbano, em 1991, é a do Gama, cerca de 90%. No entanto, as Regiões Administrativas Recanto das Emas e Santa Maria, apresentam taxas de

crescimento muito elevadas com valores de 3801% e 906%, respectivamente, para o período entre os anos de 1991 a 2015.

4.2.5- Bacia hidrográfica do rio São Marcos

A bacia hidrográfica do rio São Marcos é a bacia de menor área do Distrito Federal. Não apresenta nenhum núcleo urbano no seu território. Seus principais corpos d'água são o córrego Samambaia e a lagoa dos Veados (Campana *et al.*, 1998). Observa-se na Tabela 4.11, que nessa bacia a demanda hídrica total para irrigação é de cerca 346 l/s.

Tabela 4.10 - Estimativas da população e demanda hídrica para as Regiões Administrativas localizadas na bacia hidrográfica do rio Corumbá

Região Administrativa	População 1991 (hab.)	Demanda 1991 (l/s)	População 1996 (hab.)	Demanda 1996 (l/s)	População 2000 (hab.)	Demanda 2000 (l/s)
Gama	136.303	394,39	121.621	351,91	135.087	390,87
Santa Maria	14.736	34,11	87.745	203,11	97.460	225,60
Recanto das Emas	2.240	5,18	51.695	119,66	57.418	132,91
Total	153.279	433,68	261.061	674,68	289.965	749,38
Região Administrativa	População 2005 (hab.)	Demanda 2005 (l/s)	População 2010 (hab.)	Demanda 2010 (l/s)	População 2015 (hab.)	Demanda 2015 (l/s)
Gama	154.035	445,70	180.313	521,73	205.605	594,92
Santa Maria	111.130	257,24	130.089	301,13	148.336	343,37
Recanto das Emas	65.472	151,55	76.642	177,41	87.392	202,29
Total	330.637	854,49	387.044	1000,27	441.333	1140,58

Fonte: Campana *et al.*, 1998

Tabela 4.11 - Áreas irrigadas e demanda hídrica para a bacia hidrográfica do rio São Marcos

Escritório local	Aspersão	Gotejamento	Sulcos	Inundação	Total	
PAD/DF	Área (ha)	343,87	0,05	2,15	-	346,07
	Demanda (l/s)	343,87	-	2,70	-	346,57
				Área total	346,07	
				Demanda total	346,57	

Fonte: Campana *et al.*, 1998

4.2.6- Bacia hidrográfica do rio Preto

A bacia hidrográfica do rio Preto não apresenta nenhum núcleo urbano no seu território. Seu principal corpo d'água, o rio Preto, tem como afluentes mais importantes o ribeirão Santa Rita, o ribeirão Jacaré, o ribeirão Extrema, o rio Jardim e o córrego São Bernardo (Campana *et al.*, 1998). Conforme os dados apresentados na Tabela 4.12, estima-se um total de 5.667 l/s de demanda hídrica para irrigação nessa bacia.

4.2.7- Bacia hidrográfica do rio Maranhão

A bacia hidrográfica do rio Maranhão, assim como a bacia do rio São Marcos e a do rio Preto, não apresenta nenhum núcleo urbano no seu território. Todavia, encontram-se nela parte das Regiões Administrativas de Brazlândia, Sobradinho e Planaltina. Seus principais cursos d'água são os rios Maranhão, Palmeiras, Sonhim, Palma e Sal (Campana *et al.*, 1998). A demanda hídrica total para irrigação é de cerca de 721 l/s (Tabela 4.13).

Tabela 4.12 - Áreas irrigadas e demanda hídrica para a bacia hidrográfica do rio Preto

Escritório local		Aspersão	Gotejamento	Sulcos	Inundação	Total
Rio Preto	Área (ha)	1023,00	3,00	115,00	-	1141,00
	Demanda (l/s)	1023,00	0,48	144,90	-	1168,38
Tabatinga	Área (ha)	387,50	2,04	17,00	-	406,54
	Demanda (l/s)	387,50	0,33	21,42	-	409,25
Jardim	Área (ha)	1614,00	10,00	8,00	-	163,20
	Demanda (l/s)	1614,00	1,60	10,08	-	1626,40
Pipiripau	Área (ha)	94,58	4,41	15,26	-	114,25
	Demanda (l/s)	94,58	0,71	19,22	-	114,31
Taquara	Área (ha)	878,22	9,49	48,79	-	936,50
	Demanda (l/s)	878,22	1,52	61,47	-	941,21
PAD/DF	Área (ha)	1406,30	0,19	8,78	-	1415,27
	Demanda (l/s)	1406,30	0,03	11,06	-	1417,39
					Área total	5.645,56
					Demanda total	5.676,94

Fonte: Campana *et al.*, 1998

Tabela 4.13 - Áreas irrigadas e demanda hídrica para a bacia do rio Maranhão

Escritório local		Aspersão	Gotejamento	Sulcos	Inundação	Total
Brazlândia	Área (ha)	514,30	0,82	5,46	-	520,58
	Demanda (l/s)	514,30	0,13	6,88	-	521,31
Sobradinho	Área (ha)	41,52	2,63	13,67	-	57,82
	Demanda (l/s)	41,52	0,42	17,22	-	59,16
Planaltina	Área (ha)	80,70	1,60	47,58	-	129,88
	Demanda (l/s)	80,70	0,26	59,95	-	140,91
					Área total	708,28
					Demanda total	721,38

Fonte: Campana *et al.*, 1998

4.3- ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO DISTRITO FEDERAL

A Companhia de Saneamento do Distrito Federal (CAESB) é responsável pelo abastecimento de água e esgotamento sanitário do Distrito Federal. Atualmente, há no Distrito Federal quinze estações de tratamento de esgotos em operação. Sendo que a

Estação de Tratamento de Esgotos da Vila Aeronáutica, na cidade de Santa Maria, está em processo de transferência para a responsabilidade da CAESB.

No período de 1991 a 1998, no Distrito Federal, 96% do esgoto produzido foi coletado e 64% do esgoto coletado foi submetido a tratamento (CAESB, 1998). Em 1999, a CAESB atendeu 1.814.135 habitantes, cerca de 86% da população atual (2.118.688 usuários) e coletou uma vazão média de esgotos de 8.305.130 m³/mês (CAESB, 1999).

As principais bacias que compõem o sistema de esgotamento sanitário do Distrito Federal e as respectivas estações que nelas estão inseridas são (CAESB, 1999):

- Bacia do rio São Bartolomeu: ETE Sobradinho, ETE Paranoá, ETE São Sebastião, ETE Planaltina, ETE Vale do Amanhecer e ETE Buriti;
- Bacia do lago Paranoá: ETE Brasília Sul, ETE Brasília Norte, ETE Riacho Fundo e ETE Torto;
- Bacia do rio Corumbá: ETE Alagado, ETE Vila Aeronáutica e ETE Recanto das Emas;
- Bacia do lago Descoberto: ETE Brazlândia; e
- Bacia do rio Descoberto: ETE Samambaia.

Cada uma dessas bacias recebe os esgotos gerados nas regiões administrativas, e formam a estrutura básica do sistema de esgotamento sanitário do Distrito Federal (Figura 4.3). Das estações de tratamento de esgotos em operação, quatro, Paranoá, Alagado, Torto e Buriti, dispõem o efluente final no solo, as demais lança-o em corpos d'água. Sendo que, dentre os onze corpos receptores, apenas o rio Verde pertence ao Estado de Goiás. Os outros fazem parte do território do Distrito Federal.

A concepção atual do esgotamento sanitário do Distrito Federal é constituída pelos sistemas apresentados na Tabela 4.14.

As tecnologias de tratamento adotadas pela CAESB são formadas pela combinação de etapas de tratamento que complementam umas às outras. Essas etapas, envolvem o tratamento preliminar, geralmente mecanizado, automatizado e monitorado à distância. Em seguida, tem sido feita a redução da carga orgânica afluyente, como uma primeira etapa do tratamento, utilizando geralmente o processo anaeróbio. Para atingir o nível de remoção de matéria orgânica exigido pelo corpo receptor, o efluente é submetido, na segunda etapa do tratamento, a processos predominantemente aeróbios, que complementam o tratamento anterior. As lagoas de estabilização ou a disposição no solo são os processos que basicamente têm sido projetados. No polimento do efluente, para remoção complementar de patogênicos, os processos mais adotados são o leito de disposição no solo e as lagoas de maturação (Neder, 1998).

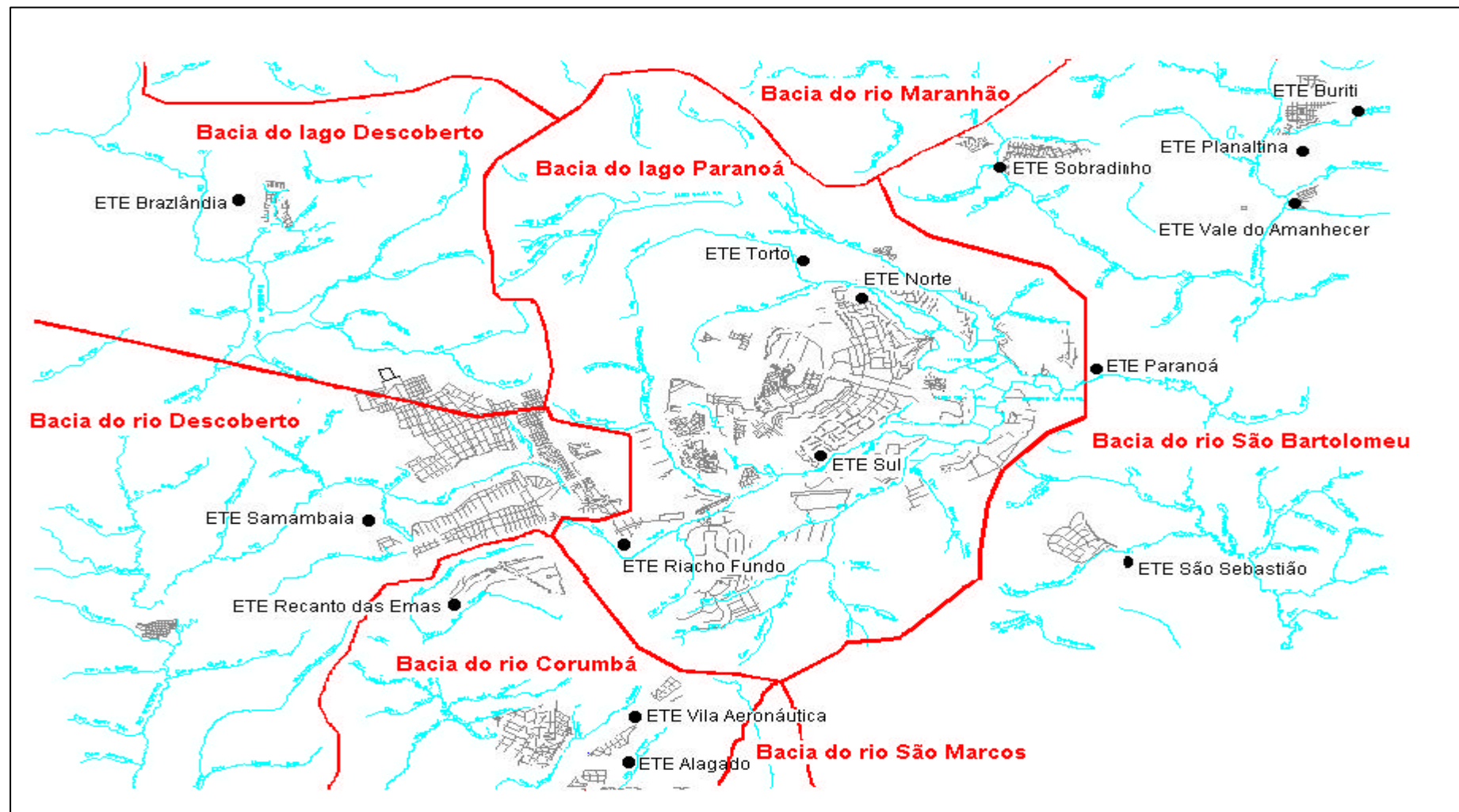


Figura 4.3 - Sistema de Esgotamento Sanitário do Distrito Federal

Fonte: CAESB, 1999, modificado

Tabela 4.14 - Concepção do atual sistema de esgotamento sanitário do Distrito Federal

Sistema	Área contribuinte	População de projeto (hab.)	Vazão média de projeto (l/s)	Corpo receptor	Concepção
ETE Norte	Asa Norte, SHIN, Varjão e Torto.	251.124	820,0	Lago Paranoá (bacia do rio São Bartolomeu)	Esgotos centralizados na ETE Norte, com tratamento terciário ("Bardenpho modificado" ou "Phoredox") antes do lançamento no corpo receptor.
ETE Sul	Asa Sul, SHIS, Guará, Núcleo Bandeirante, Candangolândia, Cruzeiro e Vila Metropolitana.	457.335	1500,0	Lago Paranoá (bacia do rio São Bartolomeu)	Esgotos centralizados na ETE Sul, com tratamento terciário ("Bardenpho modificado" ou "Phoredox") antes do lançamento no corpo receptor.
Riacho Fundo	Riacho Fundo	43.000	103,0	Riacho Fundo (afluente do lago Paranoá)	Esgotos centralizados na ETE Riacho Fundo, a ser construída com tratamento terciário junto ao curso d'água de mesmo nome.
Águas Claras	Águas Claras	162.000	450,0	Córrego Águas Claras (afluente do lago Paranoá)	Esgotos centralizados na ETE Águas Claras, a ser construída com tratamento terciário junto ao curso d'água de mesmo nome
Melchior	Taguatinga, Ceilândia, Areal e Bairro Águas Claras.	Conforme o Plano Diretor	Conforme o Plano Diretor	Rio Melchior (bacia do rio Descoberto)	Esgotos centralizados na ETE Taguatinga, com tratamento secundário, no local previsto no Plano Diretor.
Samambaia	Samambaia	360.000	891,0	Rio Melchior (bacia do rio Descoberto)	Esgotos centralizados na ETE Samambaia, com tratamento secundário (lagoa de estabilização), em construção junto o córrego Gatumé.
Recanto das Emas	Recanto das Emas	86.000	212,0	Córrego Vargem da Benção (bacia do rio Alagado)	Divisão em sub-bacias de esgotamento com lagoas de estabilização ao longo do corpo receptor.
Gama	Gama, DVO.	183.143	603,0	Ribeirão Ponte Alta (bacia do rio Alagado)	Esgotos centralizados na ETE Gama, tratamento secundário (lagoa aerada), junto ao corpo receptor.
Santa Maria	Santa Maria, Núcleo Habitacional da Aeronáutica.	184.664	433,0	Rio Alagado	Divisão em sub-bacias de esgotamento com lagoas de estabilização ao longo do corpo receptor.
São Sebastião	São Sebastião	54.000	100,0	Córrego Santo Antônio da Papuda	Esgotos centralizados na ETE São Sebastião, cujo nível de tratamento depende da utilização do rio São Bartolomeu como manancial de abastecimento.
Sobradinho	Sobradinho	40.000	70,0	Conforme Plano Diretor	Esgotos centralizados na ETE Sobradinho, cuja localização e nível de tratamento depende da utilização do rio São Bartolomeu como manancial de abastecimento.
Planaltina	Planaltina, Vale do Amanhecer.	Conforme Plano Diretor	Conforme Plano Diretor	Conforme Plano Diretor	Conforme Plano Diretor, sendo possível o lançamento no ribeirão Mestre D'Armas, caso o rio São Bartolomeu não seja utilizado como manancial de abastecimento.
Brazlândia	Brazlândia	29.800	86,6	Córrego Mato Grande (bacia do rio Verde)	Esgotos centralizados na ETE Brazlândia (lagoas de estabilização), com exportação dos esgotos tratados para a bacia do rio Verde.
Individual	SMPW, SML, SMDB. SHIS	-	-	-	Destinação individual com fossas sépticas e sumidouros.

Fonte: IPDF, 1996

5- ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

5.1- CENÁRIO ATUAL DAS ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTOS

O Distrito Federal conta com quinze estações de tratamento de esgotos, em operação, atendendo a vinte e seis localidades e a cerca de 846.131 habitantes. A população atendida por sistema de esgotamento sanitário, representa aproximadamente 46% da população total e 55% da população de projeto.

Na Tabela 5.1 apresenta-se a descrição sucinta do panorama atual das estações de tratamento de esgotos, descrito a seguir.

5.1.1- Estação de Tratamento de Esgotos Sobradinho

A Estação de Tratamento de Esgotos Sobradinho foi construída para atender a 40.000 habitantes, entretanto atende atualmente a um contingente populacional aproximado de 90.000 habitantes, 125% a mais da sua capacidade de projeto, que habitam a cidade satélite de mesmo nome e áreas em expansão nessa cidade.

O fluxograma da estação apresenta-se na Figura 5.1. Na etapa inicial do processo, a água residuária bruta passa por um tratamento preliminar, para retirada de material grosseiro e areia, formado por uma grade e por um desarenador, ambos manuais. A segunda etapa é realizada por um sistema de lodos ativados composto por três decantadores primários, e três unidades conjuntas de reatores biológicos e decantadores secundários. Devido ao alto teor de sólidos presentes na água residuária bruta, é adicionado sulfato de alumínio, $Al_2(SO_4)_3$, após o tratamento preliminar, para auxiliar na floculação e, assim, melhorar a eficiência da estação. Após a decantação secundária, o efluente final é lançado no ribeirão Sobradinho.

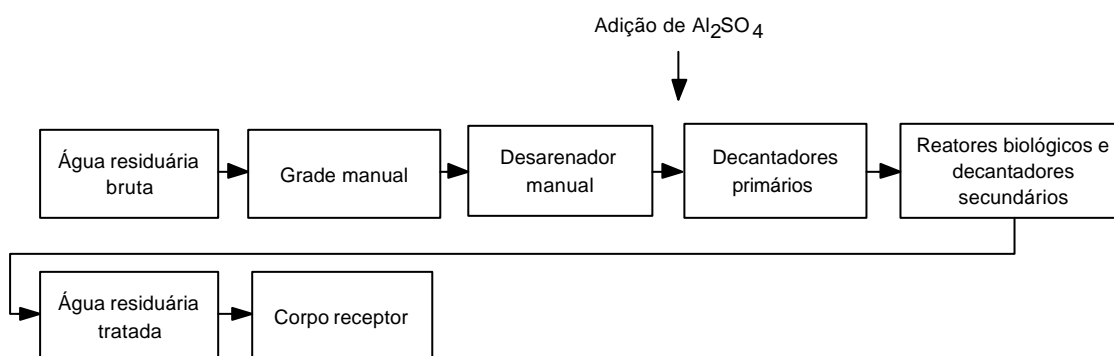


Figura 5.1 - Unidades do sistema de tratamento da fase líquida da Estação de Tratamento de Esgotos Sobradinho

Tabela 5.1 - Descrição das estações de tratamento de esgotos

Nome da estação	Início de operação	Descrição do sistema	Corpo receptor	Vazão média de projeto (l/s)	Vazão média, 1999 (l/s)	População de projeto (hab.)	População atual (hab.)	Localidades de atendimento	Bacia de esgotamento
Sobradinho	1967	Lodos ativados + tratamento químico	Ribeirão Sobradinho	70,00	65,06	40.000	90.000	Sobradinho, incluindo as expansões.	Rio São Bartolomeu
Brazlândia	1983	Lagoa anaeróbia + lagoa facultativa	rio Verde (Estado de Goiás)	86,00	32,30	29.600	48.905	Brazlândia	Rio Descoberto / Melchior
Brasília Sul	1993	Remoção biológica de nutrientes + polimento final.	Lago Paranoá	1.500,00	946,60	457.000	330.000	Brasília (Asa Sul), Núcleo Bandeirante, Guará I e II, Cruzeiro/Octogonal/Sudoeste, parte do lago Sul, Riacho Fundo (Quadra QN1) e Candangolândia.	Lago Paranoá
Brasília Norte	1994	Remoção biológica de nutrientes + polimento final.	Lago Paranoá	920,00	396,83	251.000	114.456	Brasília (Asa Norte), Lago Norte e Vila Varjão.	Lago Paranoá
Torto	1994	Reator UASB + infiltração no solo + cloração	(infiltração no solo)	10,00	1,93	2.500	2.500	Vila Weslian Roriz (Torto)	Lago Paranoá
Buriti	1996	Reator UASB + disposição no solo	Córrego Atoleiro	20,00	4,12	10.735	8.407	Buritis III, em Planaltina.	Rio São Bartolomeu
Samambaia	1996	Reator UASB/lagoa facultativa + lagoa de alta taxa + lagoa de maturação	Rio Melchior	450,00	154,20	180.000	160.000	Samambaia	Rio Descoberto Melchior
Paranoá	1997	Reator UASB + lagoa de alta taxa + disposição no solo	Rio Paranoá	112,00	32,92	60.000	48.486	Paranoá	Rio São Bartolomeu
Riacho Fundo	1997	Lodo ativado + remoção biológica de nutrientes	Riacho Fundo	94,00	17,21	40.000	11.970	Riacho Fundo	Lago Paranoá
Vila Aeronáutica	1997	Reator UASB/lagoa facultativa + lagoa de maturação	Rio Alagado	34,00	-	14.000	-	Vila Aeronáutica, em Santa Maria.	Rio Ponte Alta / rio Alagado
Alagado	1998	Reator UASB + lagoa de alta taxa + disposição no solo	Rio Alagado	154,00	83,06	84.852	89.517	Santa Maria	Rio Ponte Alta / rio Alagado
Planaltina	1998	Reator UASB/lagoa facultativa + lagoa de maturação	Ribeirão Mestre D'Armas	358,00	44,73	138.000	48.756	Planaltina	Rio São Bartolomeu
Recanto das Emas	1998	Reator UASB + lagoa aerada de mistura completa + lagoa aerada facultativa	Córrego Vargem da Benção	320,00	58,70	200.000	45.285	Recanto das Emas e Riacho Fundo II.	Rio Ponte Alta / rio Alagado
São Sebastião	1998	Reator UASB + disposição no solo + lagoa de maturação	Ribeirão Santo Antônio da Papuda	226,00	27,30	77.000	37.390	São Sebastião	Rio São Bartolomeu
Vale do Amanhecer	1998	Reator UASB + lagoa de alta taxa + disposição no solo	Rio São Bartolomeu	27,00	5,35	15.000	12.000	Vale do Amanhecer, em Planaltina.	Rio São Bartolomeu

5.1.2- Estação de Tratamento de Esgotos Brazlândia

A Estação de Tratamento de Esgotos Brazlândia está implantada em um reflorestamento ao lado da cidade de mesmo nome. Iniciou sua operação em 1983 e trata atualmente os esgotos gerados por uma população de 48.905 habitantes, sendo projetada para atender a 29.600 habitantes da cidade de Brazlândia. Localiza-se na bacia do lago Descoberto, mas o lançamento do seu efluente ocorre no rio Verde, no Estado de Goiás.

O fluxograma da estação apresenta-se na Figura 5.2. O tratamento preliminar para retirada do material grosseiro e areia é realizado na Estação Elevatória de Esgotos Brutos Brazlândia. Em seguida a água residuária é bombeada para estação de tratamento e submetida ao processo de lagoas anaeróbias seguidas por lagoas facultativas (sistema australiano).

O sistema de tratamento é formado por duas séries de lagoas anaeróbias e facultativas operando em paralelo. Na última fase do processo, as águas residuárias são submetidas à remoção da matéria orgânica remanescente das lagoas anaeróbias e posteriormente lançadas no corpo receptor.

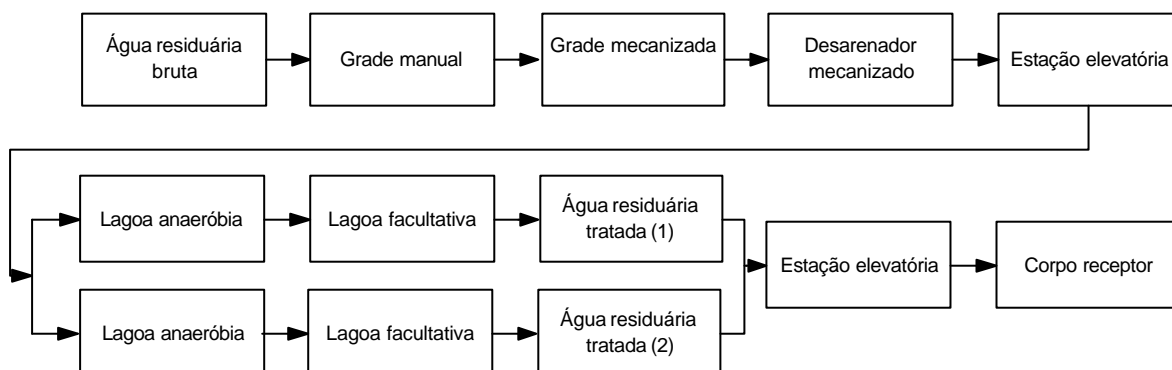


Figura 5.2 - Unidades do sistema de tratamento da fase líquida da Estação de Tratamento de Esgotos Brazlândia

5.1.3- Estação de Tratamento de Esgotos Brasília Sul

A Estação de Tratamento de Esgotos Brasília Sul está instalada na RA I - Região Administrativa de Brasília, e trata os esgotos das seguintes localidades: Asa Sul, Candangolândia, Cruzeiro (incluindo Octogonal e Sudoeste), Guará I e II, parte do Lago Sul, Núcleo Bandeirante, e Riacho Fundo (Quadra QN1) Os esgotos gerados por uma população de aproximadamente 330.000 habitantes, são tratados a nível terciário e lançados no lago Paranoá.

A estação entrou em operação em 1993 e adotou como processo de tratamento o “Bardenpho Modificado” ou “Phoredox”, uma das principais variações do processo de lodos

ativados, com o objetivo de remoção de Fósforo e Nitrogênio. O efluente final é lançado no lago Paranoá. Jordão e Pessoa (1995) citam a ETE Brasília Sul como uma das maiores estações de tratamento de esgotos do mundo que empregam o processo de lodos ativados.

O fluxograma da estação apresenta-se na Figura 5.3. A água residuária bruta passa inicialmente por um tratamento preliminar com grades mecanizadas e desarenadores, para remoção do material grosseiro. Após o tratamento preliminar, a água residuária é submetida à decantação primária, que completa a fase do tratamento primário da estação. Na etapa seguinte, o tratamento secundário, a água residuária é tratada em reatores biológicos. O polimento final do efluente ocorre após a decantação primária, onde o efluente dessa etapa é submetido a um tratamento químico. Esse tratamento é feito adicionando à água residuária sulfato de alumínio e polieletrólitos.

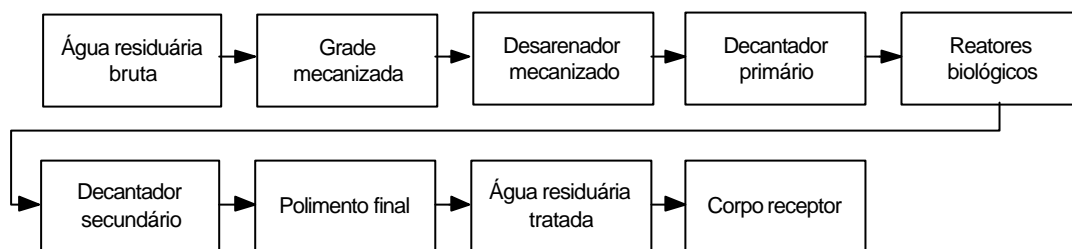


Figura 5.3 - Unidades do sistema de tratamento da fase líquida da Estação de Tratamento de Esgotos Brasília Sul

5.1.4- Estação de Tratamento de Esgotos Brasília Norte

A Estação de Tratamento de Esgotos Brasília Norte foi projetada para atender a 251.000 habitantes. Iniciou sua operação em 1993, com capacidade para tratar 920 l/s. Atualmente a estação atende a 114.456 habitantes e trata cerca de 396,83 l/s de água residuária bruta.

Assim como a ETE Brasília Sul, a ETE Brasília Norte adotou como processo de tratamento o “Bardenpho Modificado” ou “Phoredox”.

O fluxograma da estação apresenta-se na Figura 5.4. Na etapa inicial, o tratamento preliminar é realizado por um sistema de gradeamento manual e mecanizado e por desarenadores do tipo “air lift” para remover o material grosseiro e areia. As grades manuais operam apenas quando as grades mecanizadas estão em manutenção ou nos períodos de chuva, devido à sobrecarga do afluente.

Após o tratamento preliminar a água residuária é submetida à decantação primária, que completa a fase do tratamento primário da estação. Na etapa seguinte, o tratamento secundário, a água residuária é tratada em reatores biológicos. O polimento final do efluente ocorre após a decantação primária, onde o efluente dessa etapa é submetido a um

tratamento químico. Esse tratamento é feito adicionando à água residuária sulfato de alumínio e polieletrólitos. A estação possui dois decantadores primários e quatro reatores biológicos. Entretanto, atualmente, apenas um decantador e três reatores encontram-se em operação. O efluente final é lançado no lago Paranoá.

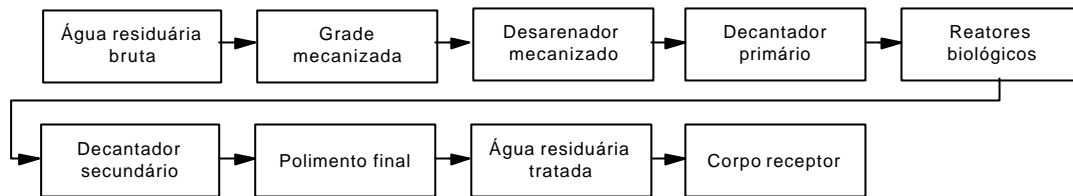


Figura 5.4 - Unidades do sistema de tratamento da fase líquida da Estação de Tratamento de Esgotos Brasília Norte

5.1.5- Estação de Tratamento de Esgotos Paranoá

A Estação de Tratamento de Esgotos Paranoá iniciou sua operação em 1997. Atende atualmente a cerca de 48.486 habitantes da cidade satélite de mesmo nome. A estação foi projetada para atender a 60.000 habitantes e capacidade para tratar 112 l/s de vazão afluyente. Todavia, atualmente, trata apenas 32,92 l/s. O corpo receptor do seu efluente final é o rio Paranoá.

A Figura 5.5 descreve o fluxograma da estação. O tratamento preliminar é realizado por um sistema formado por grades manuais e mecanizadas e por um desarenador dotado de um sistema de remoção mecanizado. O tratamento secundário é realizado por três reatores UASB compartimentados. Esses reatores operam em paralelo e cada um possui duas câmaras em série, com tempo de detenção de um dia para a vazão média. Em seguida a água residuária é encaminhada às lagoas de alta taxa. A estação possui nove lagoas de alta taxa, cada uma com tempo de detenção de quinze dias. A última etapa do processo o tratamento é realizado por seis leitos de escoamento superficial, que retêm parte das algas produzidas nas lagoas de alta taxa.

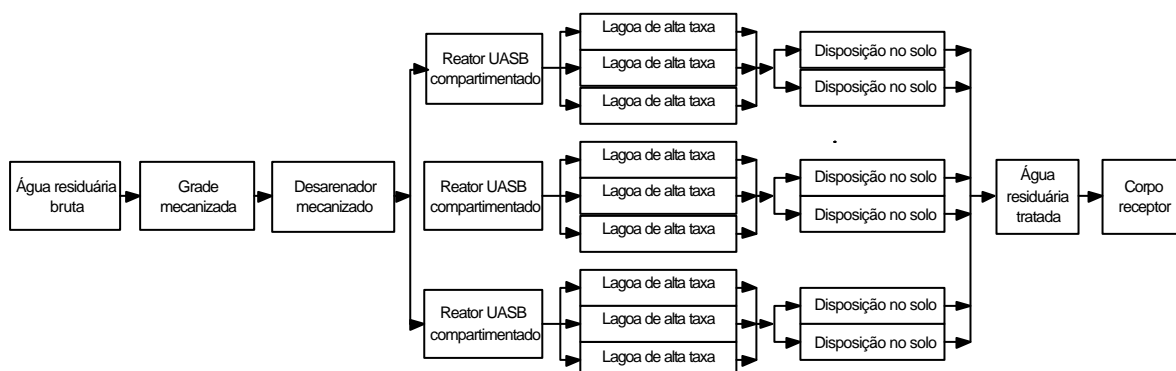


Figura 5.5 - Unidades do sistema de tratamento da fase líquida da Estação de Tratamento de Esgotos Paranoá

5.1.6- Estação de Tratamento de Esgotos Torto

A Estação de Tratamento de Esgotos do Torto está localizada na área da bacia do Paranoá. Foi construída em 1994 e atende atualmente a população de 2500 habitantes da Vila do Torto. A estação tem capacidade para tratar 10 l/s e adotou como processo de tratamento o reator UASB compartimentado com infiltração em leito de areia e cloração.

O fluxograma da estação apresenta-se na Figura 5.6. O tratamento preliminar para retirada de material grosseiro e areia é realizado por duas grades operando em série e por dois desarenadores operando em paralelo.

As etapas posteriores ao tratamento preliminar consistem de um reator UASB compartimentado com quatro câmaras e de duas bacias de infiltração, respectivos. A cloração só ocorre se houver efluente remanescente das bacias de infiltração. A estação não utiliza nenhum corpo d'água para o lançamento do seu efluente final, pois todo o efluente disposto no solo é infiltrado.

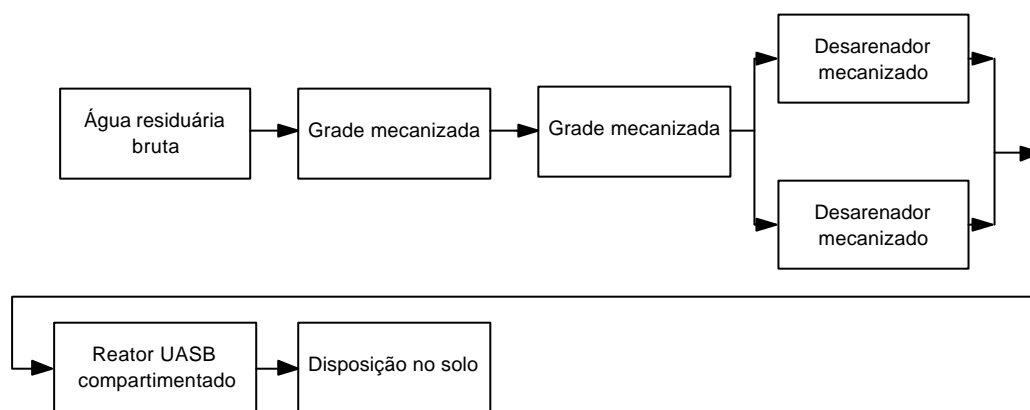


Figura 5.6 - Unidades do sistema de tratamento da fase líquida da Estação de Tratamento de Esgotos Torto

5.1.7- Estação de Tratamento de Esgotos Samambaia

A Estação de Tratamento de Esgotos Samambaia iniciou sua operação em 1996. A estação foi projetada para uma vazão de 450 l/s e para atender a 180.000 habitantes da cidade de mesmo nome.

O fluxograma da estação apresenta-se na Figura 5.7. O tratamento preliminar é composto de grades e desarenadores mecanizados, para a remoção de sólidos grosseiros e areia. A remoção da areia é feita por um sistema de "air lift". Após o tratamento preliminar a água residuária é conduzida para reatores UASB instalados no interior de lagoas facultativas (Figura 5.8). O tempo de detenção nos reatores UASB é de 8 horas.

No segundo estágio do tratamento são utilizadas lagoas de alta taxa. Nesta unidade há condições favoráveis à produção de proteína. O polimento final da água residuária ocorre em lagoas de alta taxa. Esta unidade foi projetada visando à remoção das algas, bem como à remoção de Coliformes. O efluente final é lançado no rio Melchior.

O arranjo físico da ETE Samambaia é formado por dois módulos de tratamento em paralelo, operando em série. Cada módulo possui um reator UASB conjugado à lagoa facultativa, uma lagoa de alta taxa e uma lagoa de polimento final.

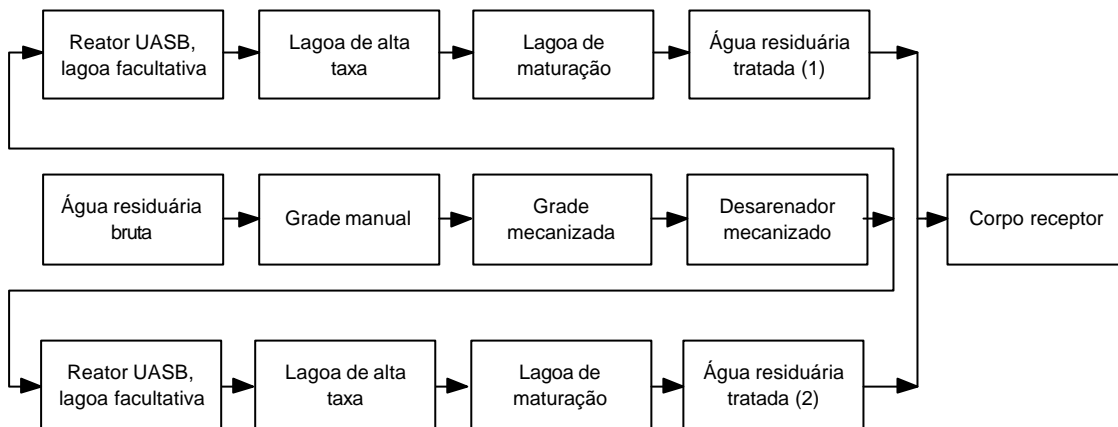


Figura 5.7 - Unidades do sistema de tratamento da fase líquida da Estação de Tratamento de Esgotos Samambaia

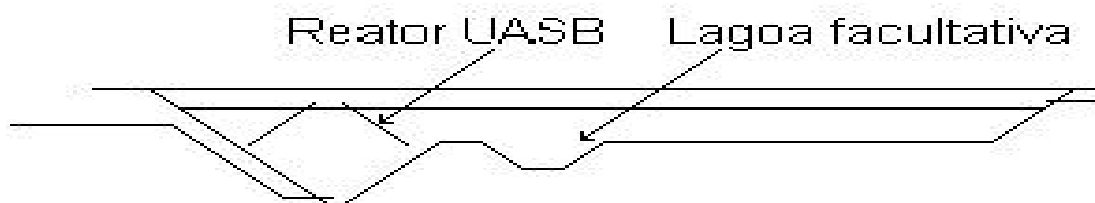


Figura 5.8 - Reator UASB no interior da lagoa facultativa

Fonte: Neder, 1999

5.1.8- Estação de Tratamento de Esgotos Buriti

A Estação de Tratamento de Esgotos Buriti iniciou sua operação em 1996 e trata atualmente os esgotos de 8.407 habitantes do bairro Buritis III, na cidade de Planaltina. A estação foi projetada para atender à 10.735 habitantes e à vazão de projeto de 20 l/s.

O fluxograma da estação apresenta-se na Figura 5.9. O tratamento preliminar para retirada do material grosseiro e areia é feito por um sistema de grades e desarenadores manuais. Na etapa seguinte, o tratamento é realizado por um reator UASB compartimentado. Seu efluente é submetido ao processo de escoamento superficial no solo,

disposto em seis leitos cultivados com *Brachiária humidicola*. Os três conjuntos de leitos de escoamento superficial operam reveesadamente.

O processo tem gerado um efluente final menos de 5% da carga poluidora inicial (CAESB,1999). Entretanto, todo o efluente é infiltrado no solo, não havendo lançamento no ribeirão Mestre D'Armas.

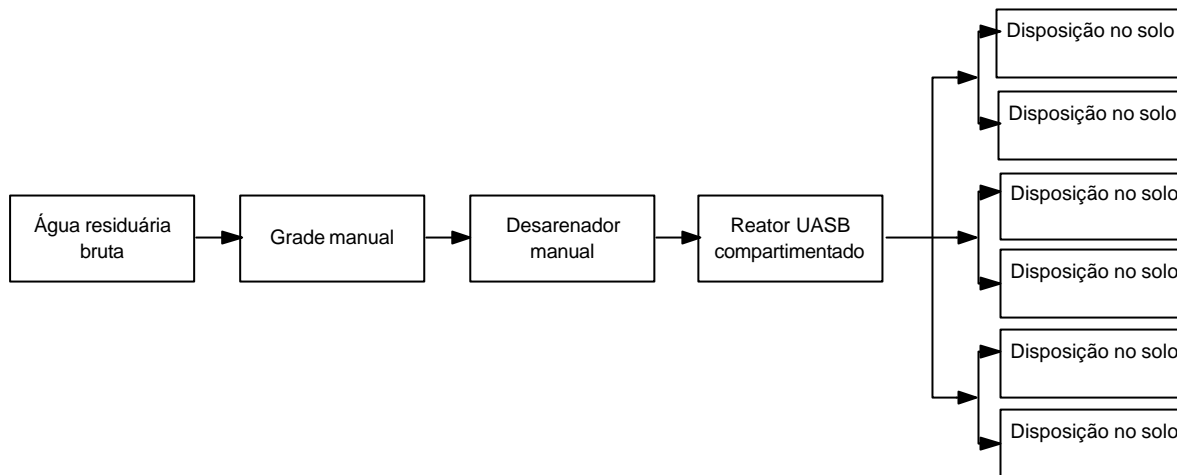


Figura 5.9 - Unidades do sistema de tratamento da fase líquida da Estação de Tratamento de Esgotos Buriti

5.1.9- Estação de Tratamento de Esgotos Riacho Fundo

A Estação de Tratamento de Esgotos Riacho Fundo foi projetada para atender a 40.000 habitantes e vazão de 94 l/s. A estação iniciou sua operação em 1997. Atualmente trata os esgotos oriundos da cidade de mesmo nome, recebendo a contribuição de cerca de 11.970 habitantes, que geram um volume afluente à estação de aproximadamente 17,21 l/s.

A Figura 5.10 descreve o fluxograma de processo da estação. O tratamento preliminar, para retirada do material grosseiro e areia, é realizado por um conjunto de peneiras hidrodinâmicas auto-limpantes e por um desarenador circular com sistema de remoção de areia por parafuso sem fim.

A estação utiliza o processo de lodos ativados com regime de batelada. Esse sistema foi concebido com um tanque de fermentação estruturado no solo, construído como lagoas de estabilização de tamanho reduzido. O tanque está instalado à jusante de três reatores de lodo ativado. Esses reatores têm funcionamento automatizado em regime de batelada. Todo o processo de remoção biológica dos nutrientes ocorre durante um ciclo de operação. Na primeira fase não ocorre mecanismo de aeração. Os misturadores apenas promovem a mistura do lodo com a água residuária afluente. Na segunda fase, os aeradores são acionados e inicia-se a degradação aeróbia da matéria orgânica, a nitrificação e o acúmulo de Fósforo no lodo ativado. As fases subsequentes (reação aeróbia com

nitrificação e desnitrificação, reação anóxica e decantação) completam o processo de tratamento que tem duração de cerca de 8 horas. Após decantação do lodo, o efluente final é lançado no riacho Fundo.

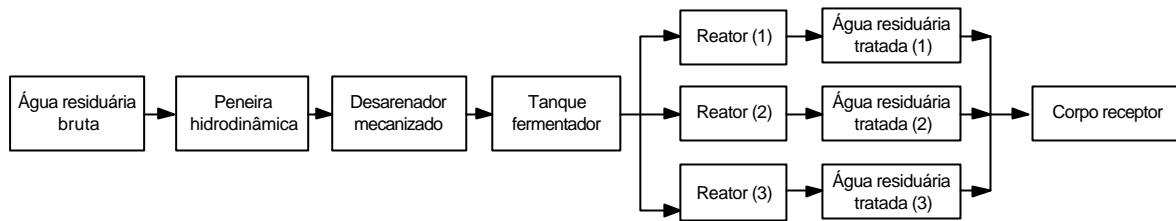


Figura 5.10 - Unidades do sistema de tratamento da fase líquida da Estação de Tratamento de Esgotos Riacho Fundo

5.1.10- Estação de Tratamento de Esgotos Vila Aeronáutica

Esta estação atende à Vila Aeronáutica, localidade próxima à cidade de Santa Maria. A Estação de Tratamento de Esgotos Vila Aeronáutica tem capacidade para tratar 34 l/s e atender a 14.000 habitantes. A estação iniciou sua operação em 1997. Entretanto, a baixa taxa de ocupação local não permitiu a operação plena da estação.

A Figura 5.11 descreve o fluxograma de processo da estação. O tratamento preliminar, para remoção do material grosseiro e areia, é realizado por grades e desarenadores mecanizados. Em seguida, é utilizado mesmo sistema de reatores UASB instalados no interior de lagoas facultativas, adotado na ETE Samambaia (Figura 5.8). Na etapa final do tratamento são utilizadas três lagoas de maturação operando em série, que devido à baixa taxa de ocupação local ainda não estão cheias. Dessa forma o rio Alagado, corpo receptor do efluente desta estação, atualmente não recebe qualquer contribuição desta estação.

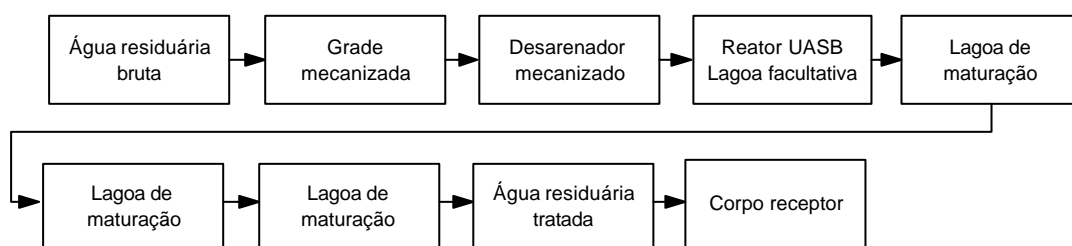


Figura 5.11 - Unidades do sistema de tratamento da fase líquida da Estação de Tratamento de Esgotos Vila Aeronáutica

5.1.11- Estação de Tratamento de Esgotos Alagado

A Estação de Tratamento de Esgotos Alagado foi projetada para atender parte da cidade de Santa Maria. Tem capacidade para tratar 154 l/s de cerca de 84.852 habitantes. Iniciou sua operação em 1998. Devido à sobrecarga de vazão afluyente ao sistema, a estação sofre significativas alterações operacionais que fazem com que a mesma não opere com a sua capacidade concebida em projeto.

A Figura 5.12 descreve o fluxograma de processo da estação. O tratamento preliminar é realizado por grades e desarenadores mecanizados que removem o material grosseiro e areia. Em seguida a água residuária passa para o reator UASB, onde as bactérias anaeróbias estabilizam parte da matéria orgânica. O efluente do reator é tratado nas lagoas de alta taxa. Estão em operação, atualmente, quatro reatores UASB e doze lagoas de alta taxa. Na última etapa do processo de tratamento, após a lagoa de alta taxa, está posicionado o processo de escoamento superficial em leitos plantados com *Brachiária humidícola*, que reduzem a concentração de algas, nutrientes e matéria orgânica do efluente final antes do seu lançamento no ribeirão Alagado.

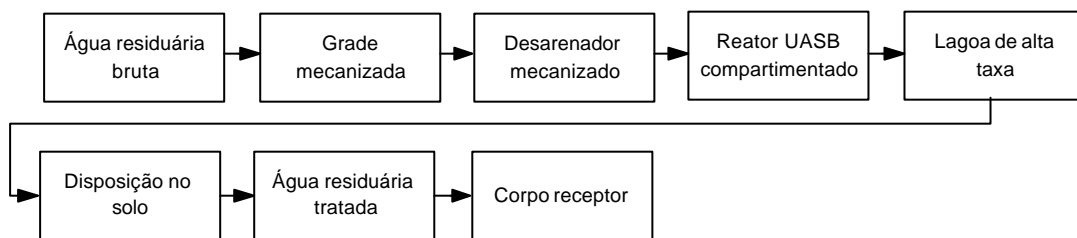


Figura 5.12 - Unidades do sistema de tratamento da fase líquida da Estação de Tratamento de Esgotos Alagado

5.1.12- Estação de Tratamento de Esgotos Planaltina

A Estação de Tratamento de Esgotos Planaltina, em 1999, encontrava-se em fase experimental de operação. Recebe contribuição de cerca de 48.756 habitantes da cidade homônima. Tem capacidade para atender a 138.000 habitantes e para tratar 358 l/s. Entretanto, nesse período, apenas um quinto dessa vazão estava sendo tratada.

A Figura 5.13 descreve o fluxograma de processo da estação. O tratamento preliminar é feito por grades manuais e mecanizadas, e desarenadores mecanizados. Esta estação possui processo de tratamento semelhante ao da ETE Samambaia. Em seguida, a água residuária é conduzida à quatro reatores UASB instalados no interior de lagoas facultativas (Figura 5.8). Na etapa final do tratamento são utilizadas duas lagoas de maturação. Até o mês de novembro de 1999, não havia lançamento de efluente final no ribeirão Mestre D'Armas, pois as lagoas ainda estavam enchendo.

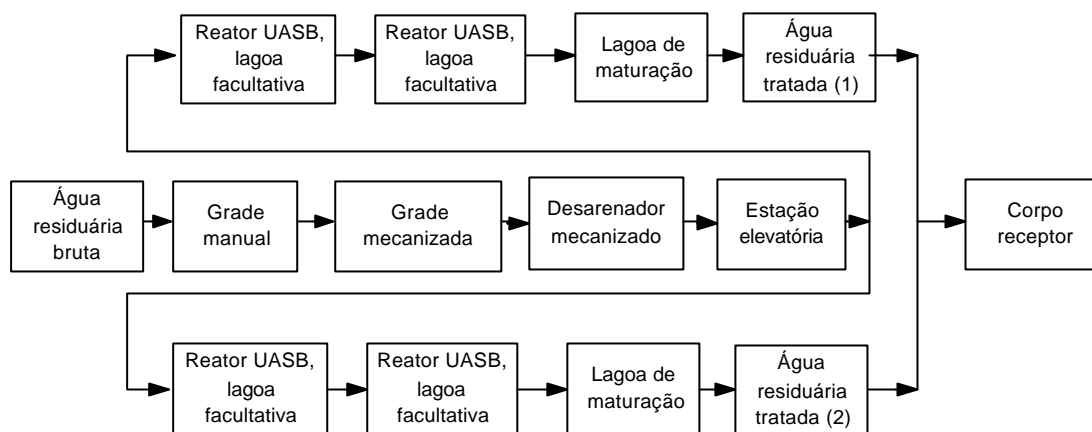


Figura 5.13 - Unidades do sistema de tratamento da fase líquida da Estação de Tratamento de Esgotos Planaltina

5.1.13- Estação de Tratamento de Esgotos São Sebastião

A Estação de Tratamento de Esgotos São Sebastião iniciou sua operação no mês de novembro de 1998. Foi projetada para tratar 226 l/s e atender a cerca de 77.000 habitantes da cidade homônima. Atualmente, a estação está operando com vazão afluente de 27,30 l/s e atendendo a 37.390 habitantes.

A Figura 5.14 descreve o fluxograma de processo da ETE São Sebastião. O tratamento preliminar para remoção de sólidos grosseiros e areia ocorre na Estação Elevatória São Sebastião. Esse tratamento é realizado por grades manuais e mecanizadas e por um desarenador circular mecanizado. Após o tratamento preliminar a água residuária é conduzida à quatro reatores UASB instalados no interior de lagoas facultativas (Figura 5.8). Os reatores operam em paralelo, e cada um deles possui duas câmaras que trabalham em série, com tempo de detenção de 8 a 10 horas. Após essa etapa, a água residuária é submetida ao escoamento superficial em solos plantados com gramíneas. O polimento final do efluente é feito por duas lagoas de maturação. O corpo receptor do efluente final desta estação é o ribeirão Santo Antônio da Papuda.

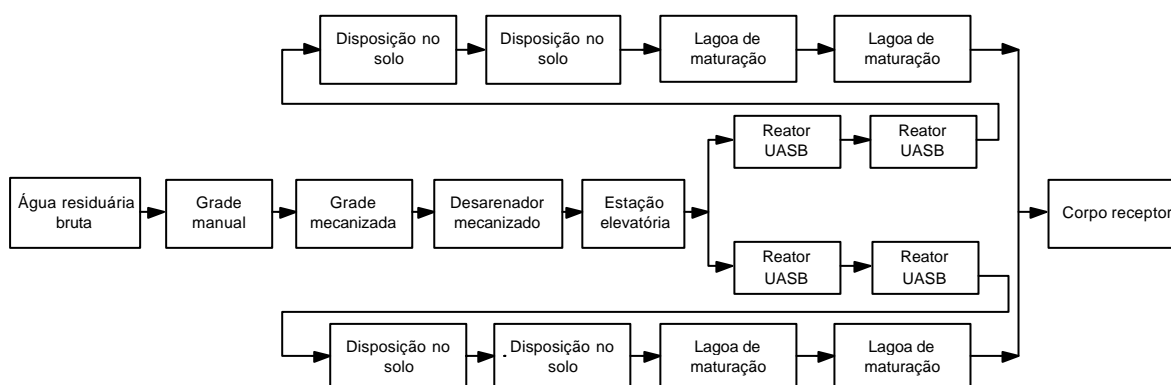


Figura 5.14 - Unidades do sistema de tratamento da fase líquida da Estação de Tratamento de Esgotos São Sebastião

5.1.14- Estação de Tratamento de Esgotos Recanto das Emas

A Estação de Tratamento de Esgotos Recanto das Emas iniciou sua operação no mês de novembro de 1998. Tem capacidade para tratar 320 l/s de águas residuárias e foi dimensionada para atender a 200.000 habitantes.

A Figura 5.15 descreve fluxograma de processo da estação. O tratamento preliminar, para remover o material grosseiro e a areia, é realizado por grades e desarenadores mecanizados.

Na segunda etapa do tratamento adotaram-se seis reatores UASB. O efluente dos reatores são conduzidos à uma caixa de distribuição que dispõe a água residuária em um sistema formado por cinco lagoas operando em série. A primeira lagoa é uma lagoa aerada de mistura completa, com tempo de detenção de 1,5 dia, e as quatro subseqüentes são lagoas aeradas facultativas, cada uma com tempo de detenção de 1 dia. O seu efluente final é lançado no córrego Vargem da Benção.

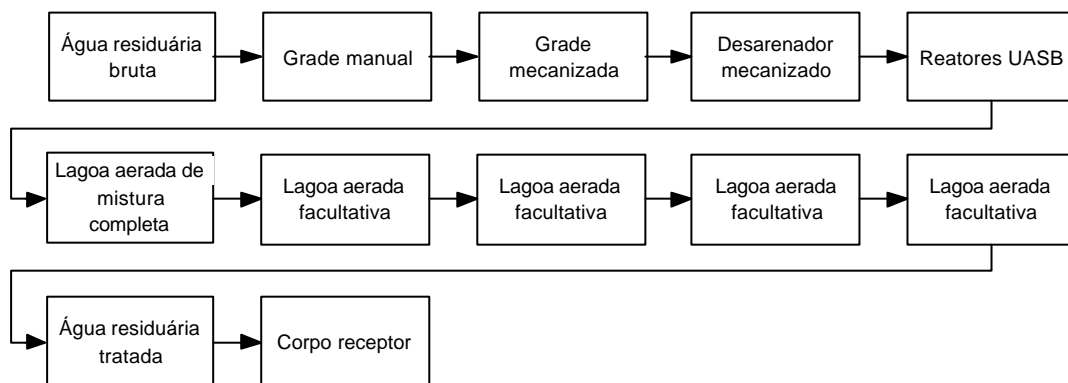


Figura 5.15 - Unidades do sistema de tratamento da fase líquida da Estação de Tratamento de Esgotos Recanto das Emas

5.1.15- Estação de Tratamento de Esgotos Vale do Amanhecer

A Estação de Tratamento de Esgotos Vale do Amanhecer tem capacidade para tratar 27 l/s de uma população de projeto de cerca de 15.000 habitantes. Iniciou sua operação no mês de novembro de 1998. A estação atualmente trata cerca de 5,35 l/s de água residuária oriunda de uma população de 12.000 habitantes. O baixo valor de vazão afluente à estação é devido a inexistência de rede coletora de esgotos em toda a cidade.

A Figura 5.16 descreve o fluxograma de processo da estação. O tratamento preliminar para retirada do material grosseiro e areia é realizado por grades e desarenadores mecanizados. Após o tratamento preliminar a água residuária é conduzida a um reator UASB para a estabilização da matéria orgânica. O efluente dos reatores é tratado

em uma lagoa aerada e em seguida em uma lagoa aerada facultativa. A última unidade de tratamento é uma lagoa de maturação. O efluente final é lançado no rio São Bartolomeu.

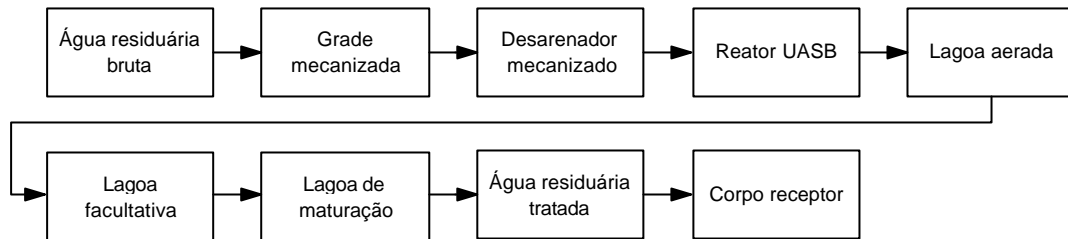


Figura 5.16 - Unidades do sistema de tratamento da fase líquida da Estação de Tratamento de Esgotos Vale do Amanhecer

No apêndice C apresentam-se as eficiências médias mensais das ETE's na remoção de Demanda Bioquímica de Oxigênio, Demanda Química de Oxigênio, Sólidos Suspensos, Nitrogênio Total Kjeldahl e Fósforo Total, no período de 1999. Essas eficiências podem ser melhor observadas na Tabela 5.2, que apresenta as médias anuais dessas eficiências, e nas Figuras 5.17 a 5.30, que apresentam a evolução dessas eficiências.

Observa-se nessa tabela e figuras que, de forma geral, as ETE's apresentaram remoções significativas, de aproximadamente 80% de DQO, 83% de SS, 60% de NTK, 53% de PT e 90% de DBO. Observa-se, também que as estações Brasília Norte e Brasília Sul atingiram as maiores eficiências de DQO, SS, PT e DBO. Enquanto, os menores percentuais de remoções foram apresentados pela ETE Alagado, com exceção da remoção da DBO.

Segundo Von Sperling (1996), um sistema de tratamento preliminar dotado de grade, caixa de areia e medidor de vazão apresenta baixa eficiência na remoção de DBO, nitrogênio, fósforo e coliformes. Em torno de 0-5%, 0%, 0% e 0%, respectivamente. Entretanto, Nucci *et al.* (1978) apresentam eficiências de remoção na faixa de 8 a 15% para DBO e sólidos em suspensão e de 10 a 25% para os microrganismos (coliformes). Esses fatos indicam que nessa fase de tratamento dar-se-á basicamente remoção de sólidos grosseiros, material flutuante e abrasivo, e não redução de carga orgânica e nutrientes.

Tabela 5.2 - Remoções médias anuais de DQO, SS, NTK, PT e DBO apresentadas pelas estações de tratamento de esgotos - 1999

Estações	Remoções médias anuais (%)				
	DBO	DQO	SS	NTK	PT
Sobradinho	90	83	90	38	93
Brazlândia	*	86	75	33	32
Brasília Sul	97	94	93	60	98
Brasília Norte	98	93	95	88	96
Torto	*	86	96	62	44
Buriti	83	78	95	49	46
Samambaia	92	77	76	67	28
Paranoá	83	69	69	42	27
Riacho Fundo	96	93	95	88	67
Vila Aeronáutica	*	*	*	*	*
Alagado	87	62	50	36	25
Planaltina	83	68	67	83	72
Recanto das Emas	88	72	76	47	40
São Sebastião	91	80	92	61	51
Vale do Amanhecer	90	77	89	83	26

Legenda:

* Dado não disponível

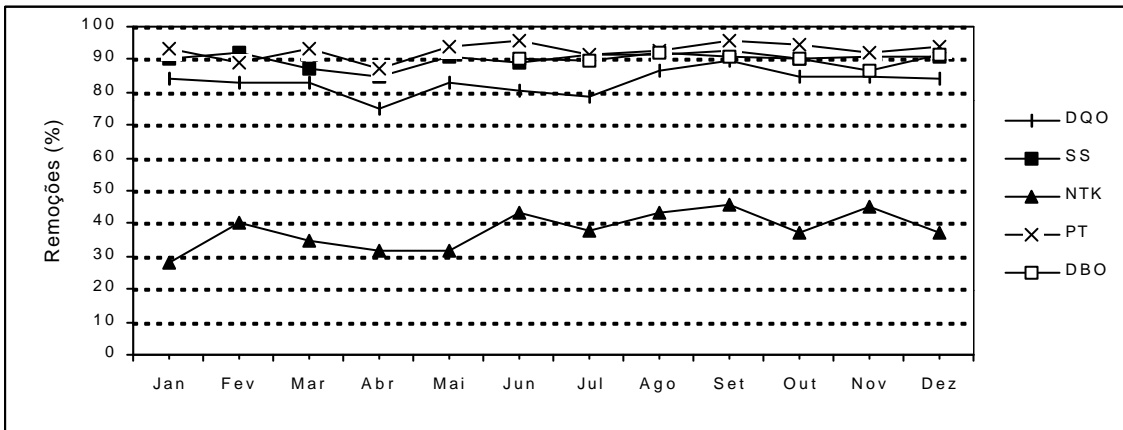


Figura 5.17 – Remoções de DQO, SS, DBO, NTK e PT na Estação de Tratamento de Esgotos Sobradinho

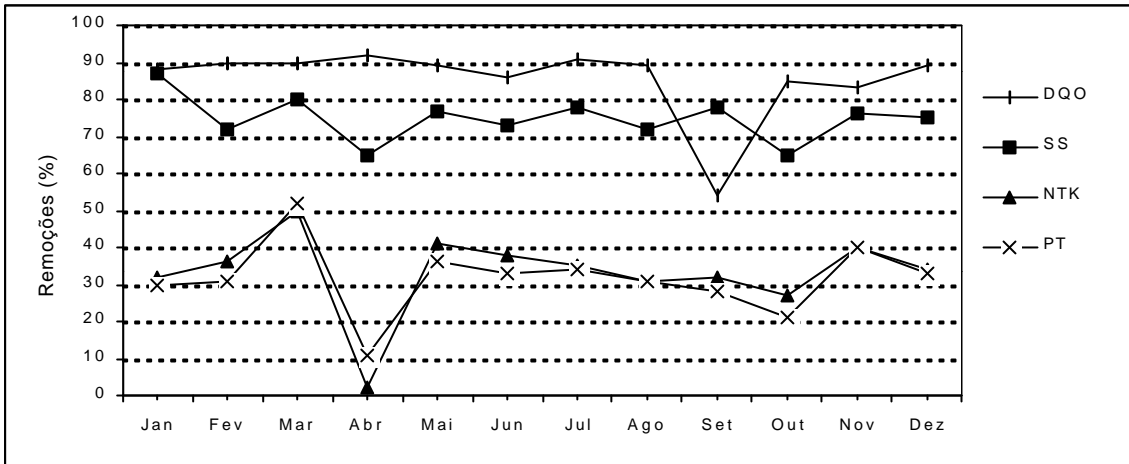


Figura 5.18 – Remoções de DQO, SS, NTK e PT na Estação de Tratamento de Esgotos Brazlândia

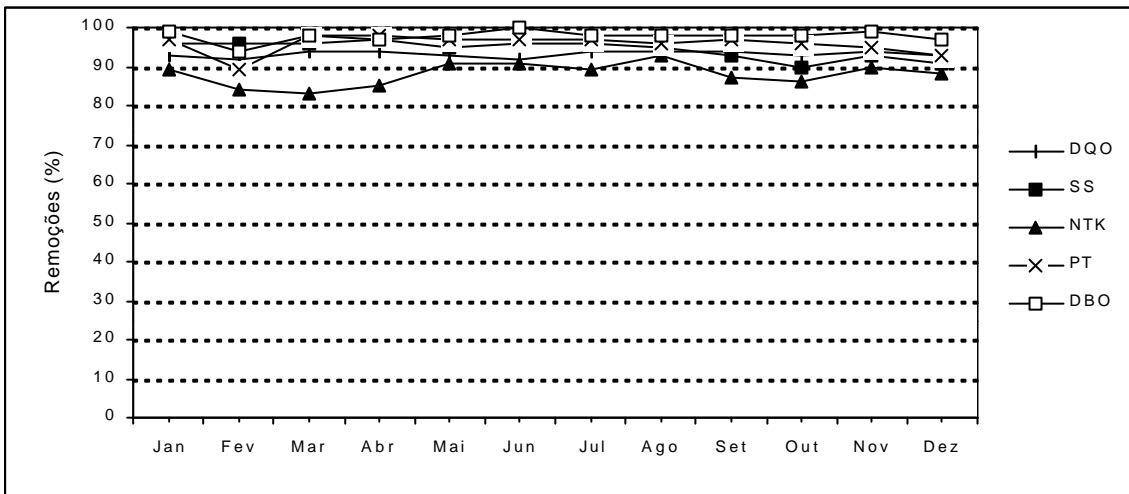


Figura 5.19 - Remoções de DQO, SS, NTK, PT e DBO na Estação de Tratamento de Esgotos Brasília Norte

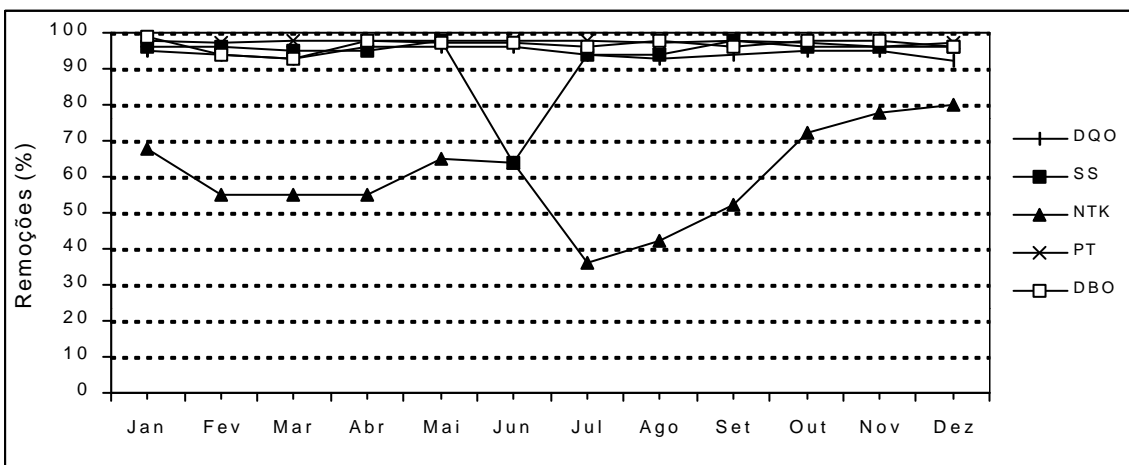


Figura 5.20 - Remoções de DQO, SS, NTK, PT e DBO na Estação de Tratamento de Esgotos Brasília Sul

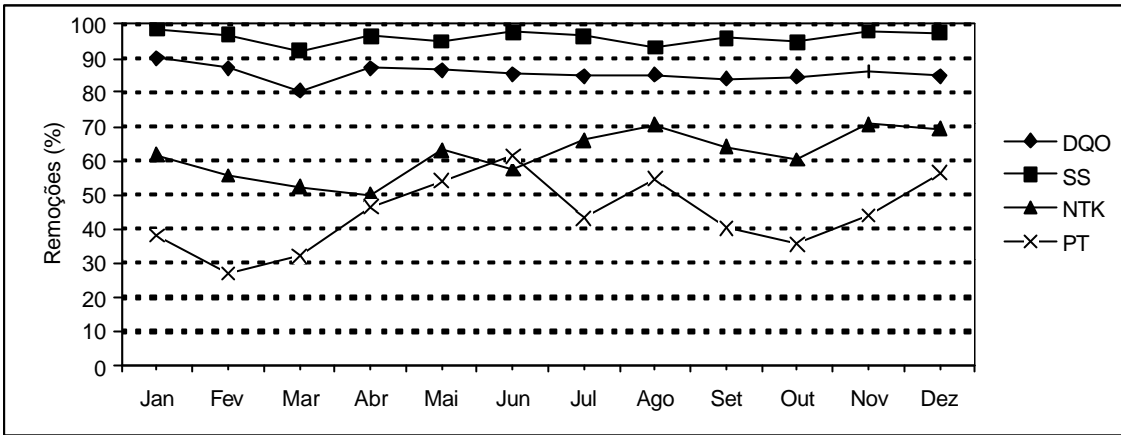


Figura 5.21 - Remoções de DQO, SS e PT na Estação de Tratamento de Esgotos Torto

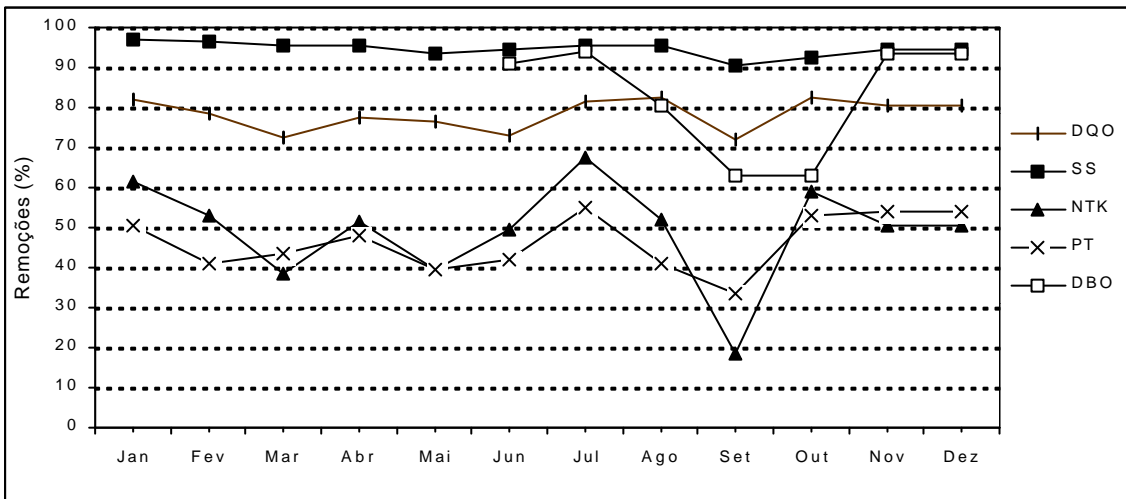


Figura 5.22 - Remoções de DQO, SS, NTK, PT e DBO na Estação de Tratamento de Esgotos Buriti

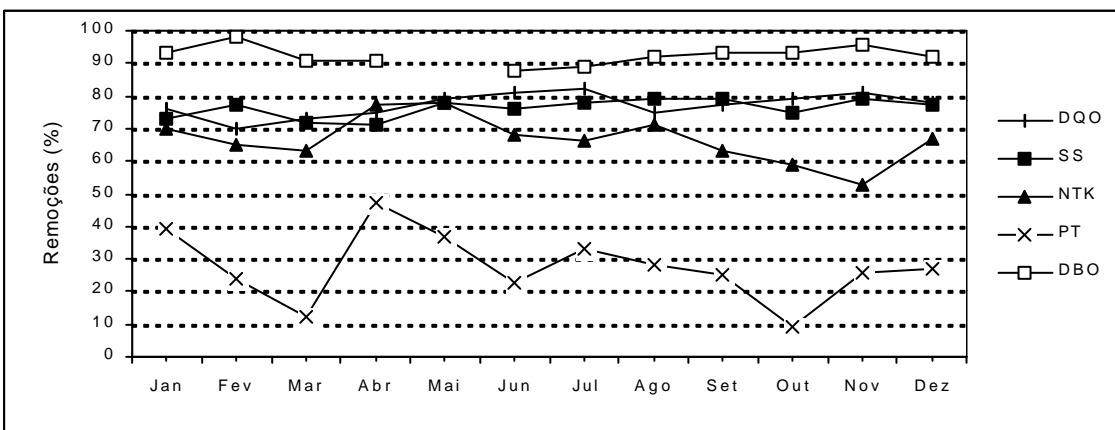


Figura 5.23 - Remoções de DQO, SS, NTK, PT e DBO na Estação de Tratamento de Esgotos Samambaia

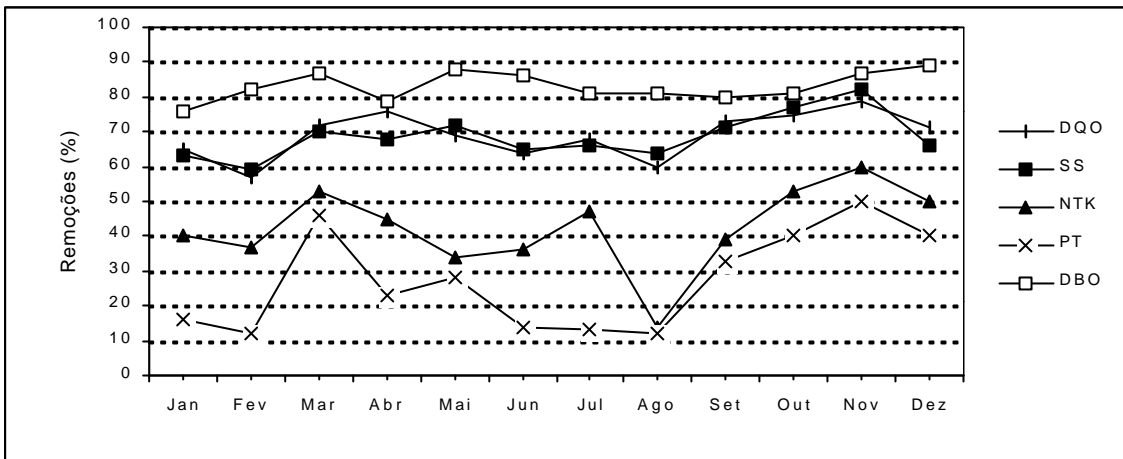


Figura 5.24 - Remoções de DQO, SS, NTK, PT e DBO na Estação de Tratamento de Esgotos Paranoá

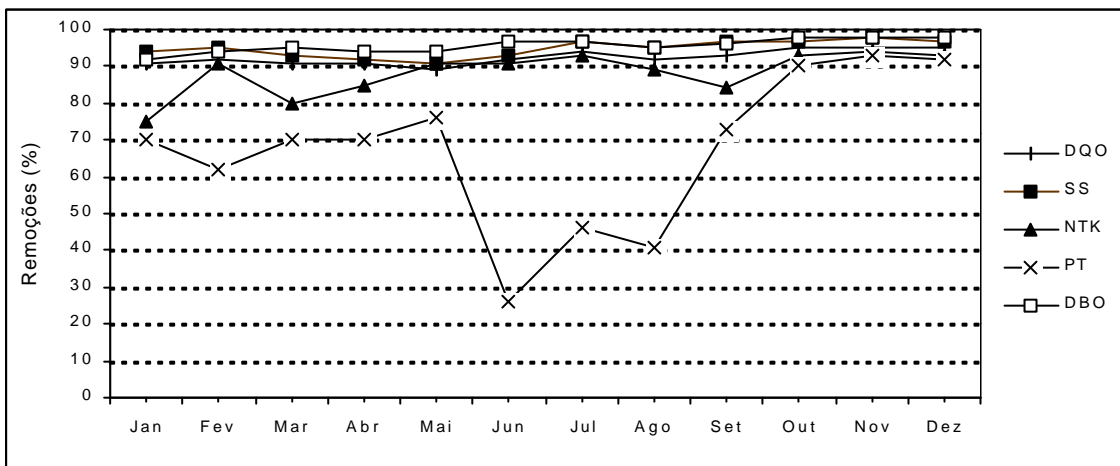


Figura 5.25 - Remoções de DQO, SS, NTK, PT e DBO na Estação de Tratamento de Esgotos Riacho Fundo

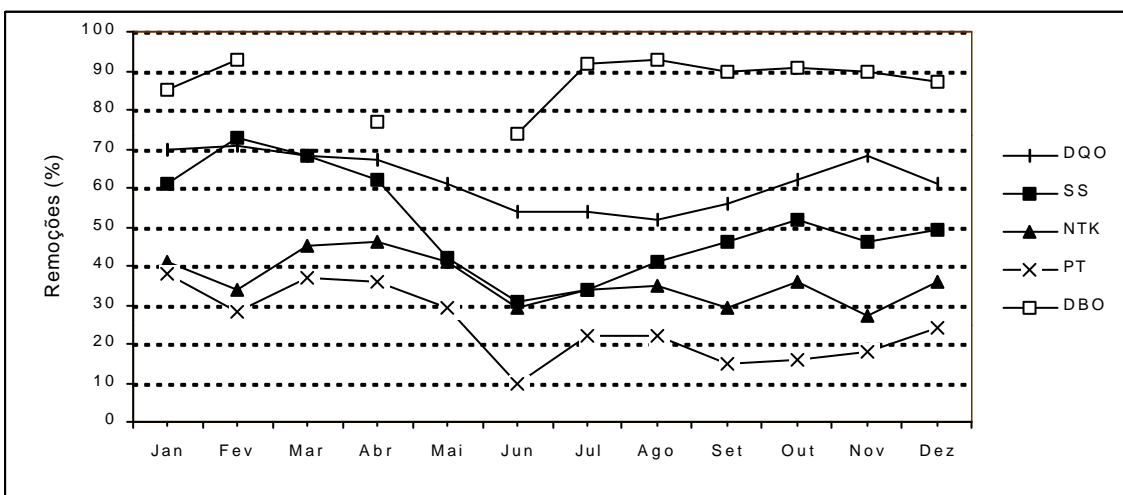


Figura 5.26 - Remoções de DQO, SS, NTK, PT e DBO na Estação de Tratamento de Esgotos Alagado

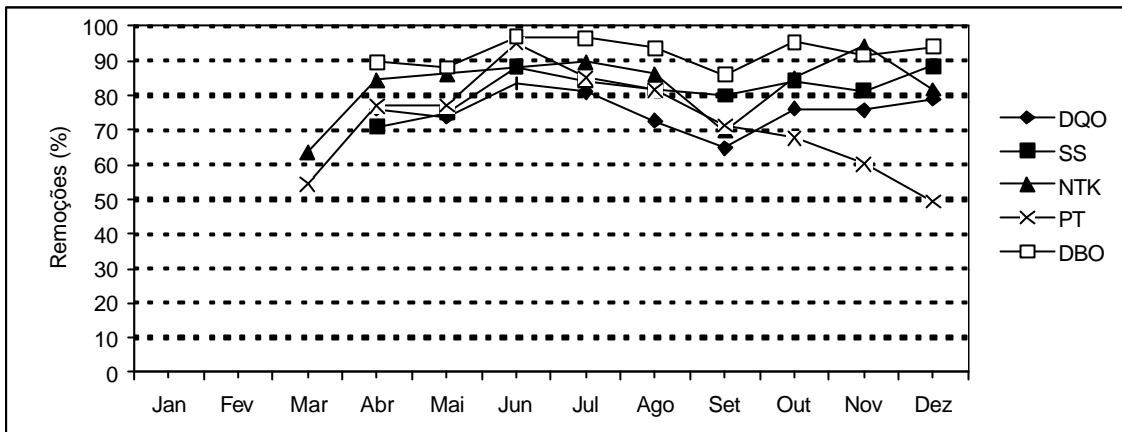


Figura 5.27 - Remoções de DQO, SS, NTK, PT e DBO na Estação de Tratamento de Esgotos Planaltina

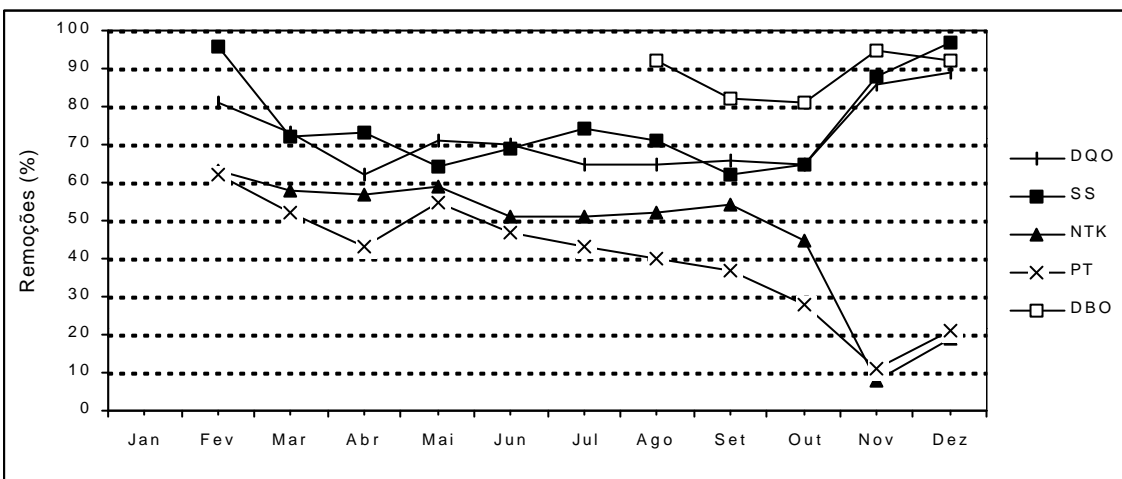


Figura 5.28 - Remoções de DQO, SS, NTK, PT e DBO na Estação de Tratamento de Esgotos Recanto das Emas

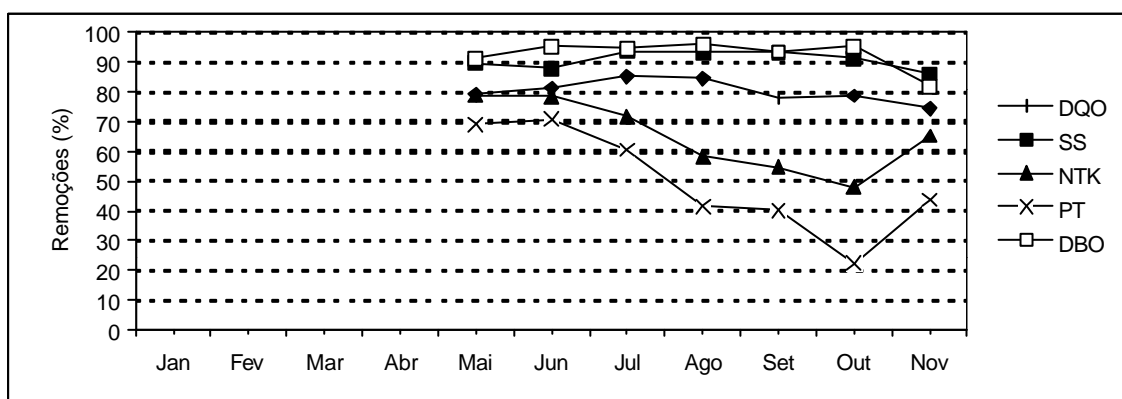


Figura 5.29 - Remoções de DQO, SS, NTK, PT e DBO na Estação de Tratamento de Esgotos São Sebastião

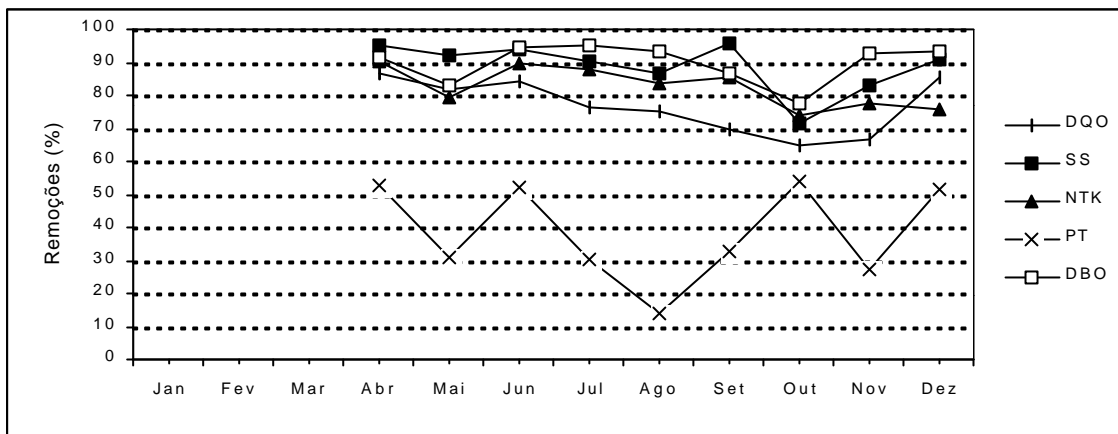


Figura 5.30 - Remoções de DQO, SS, NTK, PT e DBO na Estação de Tratamento de Esgotos Vale do Amanhecer

Na segunda etapa do tratamento das águas residuárias, verificou-se que tem-se adotado o processo anaeróbio, principalmente os reatores UASB. Dentre as quinze ETE's avaliadas nesta pesquisa, dez possuem o reator UASB no seu processo de tratamento. Sendo que, nas ETE's Samambaia, Vila Aeronáutica e Planaltina é adotado um sistema conjugado de reatores UASB e lagoa facultativa. Nas ETE's Paranoá, Alagado, São Sebastião, Torto e Buriti, adotaram-se reatores UASB compartimentados.

Chernicharo (1997), avaliou cinco reatores UASB, todos operando na faixa de temperatura compreendida entre 20 e 25 °C. Os resultados obtidos pelo autor revelaram que as eficiências de remoção do sistema variaram de 40 a 75% para remoção de DQO, e, de 45 a 85% para remoção de DBO. Apesar das diversas vantagens, os reatores UASB apresentam baixas eficiências na remoção de coliformes e têm dificuldades em produzir um efluente que se enquadre nos padrões estabelecidos pela legislação ambiental. Von Sperling (1996) mostrou que reatores de manta de lodo podem apresentar eficiência de remoção na faixa de 60-80% de DBO, 10-25% de nitrogênio, 10-20% de fósforo e 60-90% de coliformes.

O reator UASB compartimentado e os reatores UASB instalados no interior das lagoas facultativas são variações do reator UASB empregadas nas ETE's Paranoá, Alagado, São Sebastião, Torto e Buriti. O primeiro possui compartimentos de digestão paralelos e uma única câmara de decantação comum a esses compartimentos.

O reator UASB compartimentado é uma modalidade do reator de manta de lodo que, segundo Sousa (1987), é projetado de acordo com os princípios de um reator UASB, respeitando-se as taxas e cargas recomendadas na literatura. O tipo adotado nessas estações, conforme os modelos descritos pelo referido autor, utiliza o próprio solo como elemento estrutural e delimitador do tanque.

Neder (1995) apresentou resultados operacionais do reator UASB compartimentado instalado na ETE Torto. Esses resultados indicaram que o reator apresentou excelente desempenho. O efluente apresentou um aspecto turvo, porém visualmente ausente de sólidos em suspensão e as eficiências de remoção de DQO e SS foram de 75 e 78%, respectivamente.

Cardoso *et al.* (1999), avaliaram um reator UASB compartimentado, em operação na ETE Nova Vista, na cidade de Itabira, Minas Gerais. Os resultados mostraram-se satisfatórios na remoção da matéria orgânica e na minimização dos Sólidos Suspensos, uma vez que a eficiência média de remoção de DQO total atingiu 79% e outros estudos alusivos à esse tipo de reator indicam eficiências na remoção de DQO usualmente inferiores a 70%.

Observa-se na Tabela 5.2 que as ETE's Paranoá, Alagado, São Sebastião, Torto e Buriti, que possuem reatores UASB compartimentados, apresentam remoções médias próximas e até superiores às aquelas apresentadas por Cardoso *et al.* (1999).

No sistema de lagoa facultativa com reator de manta de lodo interno, implantado nas ETE's Samambaia e Planaltina, a água residuária, preliminarmente tratada, entra pelo fundo do reator e sai diretamente na lagoa facultativa. Sobre os reatores estão instalados coletores para retenção dos gases produzidos pelo processo de digestão anaeróbia. Observa-se na Tabela 5.2 que as ETE's Samambaia e Planaltina apresentaram, respectivamente, remoções médias de DBO de 92% e 83%.

Visando ao pós-tratamento dos efluentes dos reatores UASB, em geral, estão instaladas nas ETE's Samambaia, Vila Aeronáutica, Planaltina, Recanto das Emas, Vale do Amanhecer, Paranoá, Alagado e São Sebastião, lagoas de estabilização ou sistemas de disposição no solo. Sendo que as três últimas dispõem também de sistemas de disposição no solo. Nas ETE's Torto e Buriti, é adotado para tratamento do efluente do reator UASB o sistema de disposição no solo.

As lagoas de maturação foram adotadas para a remoção complementar de patogênicos, nas ETE's Samambaia, Vila Aeronáutica, Planaltina e São Sebastião.

Chernicharo (1997) operou duas unidades de tratamento biológico de esgotos, em escala real, constituídas de um reator UASB e de uma lagoa facultativa. Os resultados dessa pesquisa, obtidos após um período de doze meses, indicaram uma eficiência média, em termos de remoção de DQO, da ordem de 78%.

Observa-se na Tabela 5.2 que ETE's Samambaia, Paranoá, Planaltina, Recanto das Emas, São Sebastião e Vale do Amanhecer apresentam remoções de DQO próximas as eficiências encontradas por Chernicharo (1997).

Sistemas formados por lagoas anaeróbias e facultativas operando em série, como o sistema implantado na ETE Brazlândia, têm apresentado segundo Nucci *et al.* (1978),

Jordão e Pessoa (1995) e Von Sperling (1996), eficiências na remoção de poluentes superiores aos tratamentos convencionais, principalmente na remoção de agentes patogênicos, onde tem alcançado até 99,9999% de eficiência.

Na Tabela 5.3 estão expostas remoções de Demanda Química de Oxigênio, Nitrogênio, Fósforo e coliformes fecais de alguns tipos de lagoas de estabilização.

Observa-se que apenas as ETE's Alagado e Planaltina apresentam eficiência na remoção de DBO inferior à apresentada na Tabela 5.3. As demais estações, apresentam eficiências superiores nas remoções de DBO, Nitrogênio Total Kjeldahl e Fósforo.

Tabela 5.3 - Características dos principais sistemas de lagoas para remoção de demanda bioquímica de oxigênio, nitrogênio, fósforo e coliformes fecais

Item geral	Item específico	Facultativa	Anaeróbia-facultativa	Aerada-facultativa	Aerada de mistura completa
Eficiência	DBO (%)	70 – 85	70 – 90	70 – 90	70 – 90
	Nitrogênio (%)	30 – 60	30 – 50	30 – 50	30 – 50
	Fósforo (%)	20 – 60	20 – 60	20 – 60	20 – 60
	Coliformes (%)	60 – 99	60 – 99,9	60 – 96	60 – 99

Fonte: Von Sperling, 1996

Nucci *et al.* (1978) apresentaram valores percentuais indicativos das remoções médias de DBO, Sólidos Suspensos, Nitrogênio, Fósforo e coliformes em alguns métodos de tratamento por disposição no solo (Tabela 5.4). Comparando as eficiências de remoções das ETE's Torto, Buriti, Paranoá, Alagado e São Sebastião, apresentadas na Tabela 5.2, com os valores indicados nessa tabela, observa-se que:

- A ETE Torto apresenta percentagens médias de remoções de Sólidos Suspensos e Nitrogênio Total Kjeldahl dentro do limite apresentado. Entretanto, na remoção de Fósforo apresenta eficiência ligeiramente inferior;
- A ETE Buriti apresentou porcentagens de remoções médias anuais de DBO, SS, NTK e PT de acordo com os valores apresentados;
- A ETE Paranoá apresentou porcentagens de remoções médias anuais de DBO e NTK de acordo com os valores indicados. Todavia, as remoções de SS e PT apresentaram-se inferiores;
- A ETE Alagado apenas na remoção de DBO está de acordo com os valores apresentados. Para os demais, SS, NTK e PT apresentou valores inferiores; e
- A ETE São Sebastião apresentou porcentagens de remoções de todos os constituintes dentro dos valores indicados.

Diante do exposto, pode-se concluir que as estações de tratamento de esgotos do Distrito Federal apresentaram, no período de 1999, eficiências muito semelhantes às

apresentadas na literatura técnica. Os resultados indicam que, se tecnicamente adaptadas, as estações poderão ser capazes de gerar efluentes finais de qualidade físico-química e sanitária adequada para o reúso.

Tabela 5.4 - Valores indicativos das porcentagens médias removidas dos principais constituintes de esgotos em vários métodos de tratamento por disposição no solo

Constituinte	Irrigação (inundação, sulco, aspersão)	Infiltração rápida	Escoamento à superfície
DBO	90 a 99 e mais	90 a 99 e mais	80 a 99 e mais
SS	90 a 99 e mais	90 a 99 e mais	80 a 99 e mais
Nitrogênio	90 a 99 e mais	30 a 90	40 a 90
Fósforo	90 a 99 e mais	50 a 99 e mais	30 a 80
Microrganismos (coliformes)	90 a 99 e mais	98 a 99 e mais	90 a 99 e mais

Fonte: Nucci *et al.*, 1978

5.2- CARACTERIZAÇÃO DAS ÁGUAS RESIDUÁRIAS

Os dados obtidos da CAESB - Companhia de Saneamento do Distrito Federal, permitiram realizar uma análise qualitativa e quantitativa do efluente final das estações de tratamento de esgotos visando à reutilização futura das águas residuárias tratadas para usos não potáveis.

Todos os dados alusivos às características físicas, químicas e microbiológicas do efluente final, e das vazões médias mensais das estações, reportam-se ao ano de 1999.

As águas residuárias geradas no Distrito Federal são constituídas basicamente por esgotos domésticos. Algumas estações de tratamento de esgoto recebem pequenas parcelas de efluentes industriais previamente tratados antes de serem lançados na rede pública. Entretanto, para serem lançadas na rede de esgotamento sanitário, as águas residuárias industriais devem se enquadrar nos valores apresentados na Tabela 5.5.

Apesar da possibilidade de contribuição de despejos industriais no Distrito Federal, as águas residuárias afluentes às estações de tratamento, em média, apresentaram composição típica de esgotos domésticos. Esse fato foi corroborado em consultas às publicações de Jordão e Pessoa (1995), Metcalf & Eddy (1995) e Mendonça (1990), que apresentam características físicas e químicas de despejos tipicamente domésticos semelhantes às citadas por CAESB (1994).

Todas as análises para a determinação das características da água residuária foram realizadas de acordo com os procedimentos estabelecidos pela APHA, AWWA e WPFC (1992) e CAESB (1995). Para determinar a natureza das águas residuárias, a CAESB utilizou os métodos e equipamentos descritos na Tabela 5.6.

Tabela 5.5 - Concentrações médias tomadas como típicas das águas residuárias brutas do Distrito Federal

Constituinte	Concentração (mg/l)
Sólidos Totais	450
Sólidos Dissolvidos	150
Sólidos Suspensos	300
Sólidos Suspensos voláteis	250
Sólidos Sedimentáveis	10
DBO ₅ (20 °C)	300
DQO	450
Nitrogênio Total	50
Nitrogênio orgânico	15
Nitrogênio amoniacal	35
Nitrito (NO ₂)	0
Nitrato (NO ₃)	0
Fósforo Total	6
Cloreto	50
Graxas	300

Fonte: CAESB, 1994

Tabela 5.6 – Métodos utilizados na determinação das características das águas residuárias

Ensaio	Método	Unidade
pH	Potenciômetro	Unidade
Alcalinidade	Titulométrico	mg/l
DBO	Manométrico	mg/l
DQO	Dicromato de Potássio	mg/l
Sólidos Suspensos	Gravimétrico	mg/l
Fósforo Total	Cloreto estano	mg/l
Amônia	Nesslerização direta	mg/l
NOx	Espectrofotométrico	mg/l
Turbidez	Turbidímetro	UNT
Alumínio residual	Espectrofotométrico	mg/l
Coliformes fecais	Técnica dos tubos múltiplos	NMP/100 ml

Fontes: APHA, AWWA e WPFC, 1992; CAESB, 1995

A maioria das amostras é composta, realizadas em um período de vinte e quatro horas, com coleta de alíquotas de hora em hora. Entretanto, na ETE Vale do Amanhecer as amostragens são simples, obtidas de coletas feitas pela manhã. A ETE Planaltina, apenas a partir do mês de dezembro de 1999, começou a realizar amostragens compostas, em um período de doze horas.

As características físicas, químicas e microbiológicas ensaiadas nos laboratórios da CAESB, são: pH, alcalinidade, DBO, DQO, SS, NOx, NTK, Fósforo Total, ortofosfato, amônia, nitrato, turbidez, alumínio residual, coliformes fecais, fitoplâncton, zooplâncton e clorofila-a. Entretanto, pode-se observar na Tabela 5.7, construída com base nos dados obtidos, que os efluentes finais das ETE's não são submetidos a todas as análises. Os dados referem-se às medidas diárias realizadas nos laboratórios da CAESB. Para a Estação de Tratamento de Esgotos Vila Aeronáutica não há, no momento, na CAESB, registros

sobre seu controle operacional. Sendo assim, não foi possível analisar a qualidade do seu efluente final.

5.2.1- Análise da qualidade do efluente

De acordo com os dados obtidos, foram identificadas, de interesse para este trabalho, as características de qualidade da água apresentadas na Tabela 5.7. Entretanto, observa-se nessa tabela, construída com base nesses dados, que os efluentes finais das estações de tratamento de esgotos não são submetidos à todas as análises. Sendo assim, em princípio, esses parâmetros foram submetidos a análise estatística utilizando médias aritméticas e geométricas, valores máximos e mínimos, e desvio padrão. No apêndice D estão expostos os resultados da análise estatística dos dados primários das estações de tratamento de esgotos.

As Tabelas 5.8 a 5.13 mostram as concentrações e parâmetros recomendados para o controle da qualidade da água para reúso. Nas Figuras 5.31 a 5.38 estão representados os valores máximos permissíveis para os usos recomendados apresentados nessas tabelas. As concentrações identificadas foram: pH - 4,5 e 9,0 unidades; DBO – 5,00 e 30,00 mg/l; SS - 5,00 e 30,00 mg/l; Turbidez - 2,00 e 5,00 mg/l; alumínio – 5,00 e 20,00 mg/l; alcalinidade 20,00 e 350 mg/l; amônia: 0,05 e 2,00 mg/l e coliformes fecais – 1 e 1000 NMP/100 ml. A partir dessas figuras, foi feita a análise da qualidade do efluente final das estações de tratamento de esgotos, comparando os valores médios anuais, resultantes da análise estatística (apêndice D), com os valores recomendados.

Tabela 5.7 - Características físicas, químicas e microbiológicas do efluente final das estações de tratamento de esgoto, determinadas nos laboratórios da CAESB – 1999

Características físicas e químicas	ETE Sobradinho	ETE Brasília	ETE Brasília Sul	ETE Brasília Norte	ETE Torto	ETE Buriti	ETE Samambaia	ETE Paranoá	ETE Riacho Fundo	ETE Vila Aeronáutica	ETE Alagado	ETE Planaltina	ETE Recanto das Emas	ETE São Sebastião	ETE Vale do Amanhecer
pH
Alcalinidade
DBO
SS
Amônia
Turbidez
Alumínio
Coliformes fecais

Tabela 5.8 - Concentrações de sólidos suspensos e usos recomendados

Concentrações (mg /l)	Usos
30	Reúso urbano sem restrições ^{2,4} . Reúso urbano com restrições ^{3,4} . Reúso agrícola – cultivo de alimentos ⁵ . Reúso agrícola – culturas não comestíveis ⁶ .
≤ 30	Reúso urbano sem restrições ⁷ . Reúso urbano com restrições ⁷ . Reúso agrícola – culturas não comestíveis ⁸ .
25	Reúso agrícola – cultivo de alimentos ^{9,*} . Reúso agrícola – culturas não comestíveis ^{9,*} .
20	Reúso agrícola – culturas não comestíveis ^{10,**} .
10	Reúso urbano com restrições ¹⁰ . Reúso agrícola – culturas não comestíveis ^{10,#,+} .
5	Reúso urbano sem restrições ^{10,+} . Reúso urbano com restrições ^{10,+} . Reúso urbano com restrições ^{11,12,a} . Reúso agrícola – cultivo de alimentos ^{10,+} .
≤ 5	Reúso urbano sem restrições ^{12,*} . Reúso urbano sem restrições ^{9,##} . Reúso urbano com restrições ⁹ . Reúso industrial ^{9,##} .

Fonte: EPA, 1992

² Valor considerado pelas normas do Estado de Maryland. ³ Valor considerado pelas normas do Estado de Delaware. ⁴ Valor considerado pelas normas do Estado da Geórgia. ⁵ Valor considerado pelas normas do Estado da Virgínia Oeste. ⁶ Valor considerado pelas normas do Estado da Carolina Oeste. ⁷ Valor considerado pelas normas do Estado de Tennessee. ⁸ Valor considerado pelas normas do Estado de Vermont. ⁹ Valor considerado pelas normas do Estado de Utah. ^{*} Média de trinta dias. ¹⁰ Valor considerado pelas normas do Estado da Flórida. ^{**} Média anual. [#] Para sistemas de irrigação por aspersão. ⁺ Amostra simples. ¹¹ Valor considerado pelas normas do Estado da Carolina do Norte. ^a Média mensal. ¹² Valor considerado pelas normas do Estado da Carolina do Sul. ^{##} Em qualquer momento.

Tabela 5.9 - Concentrações de DBO e usos recomendados

Concentrações (mg /l)	Usos
30	Reúso urbano sem restrições ^{1,2} . Reúso urbano com restrições ^{1,2,4,5} . Reúso agrícola – cultivo de alimentos ^{5,6} . Reúso agrícola – culturas não comestíveis (forrageiras, fibrosas e sementes) ^{4,7} . Reúso agrícola – culturas não comestíveis (pastagem para gado leiteiro) ^{5,8} . Reúso industrial ⁵ .
≤ 30	Reúso urbano sem restrições ^{9,10} . Reúso agrícola – cultivo de alimentos ^{10,a} . Reúso agrícola – culturas não comestíveis ¹¹ .
25	Reúso agrícola – cultivo de alimentos ¹² . Reúso agrícola – culturas não comestíveis ¹² .
20	Reúso urbano sem restrições ¹² . Reúso urbano com restrições ^{5,12,13} . Reúso agrícola – culturas não comestíveis ¹⁴ . Reúso agrícola – culturas não comestíveis (pastagens para gado leiteiro) ⁵ . Reúso industrial ¹⁵ .
10	Reúso agrícola – cultivo de alimentos ¹⁵ . Reúso recreacional com restrições ⁷ . Represamentos paisagísticos ⁷ .
≤ 10	Reúso urbano sem restrições ^{12,10} . Reúso urbano com restrições ¹² . Reúso agrícola – cultivo de alimentos ^{10,b} . Reúso industrial ¹² .
5	Reúso urbano sem restrições ⁷ .
≤ 5	Reúso urbano com restrições ¹⁶ .

Fonte: EPA, 1992

¹ Valor considerado pelas normas do Estado de Delaware. ² Valor considerado pelas normas do Estado da Geórgia. ³ Referente à vazão de pico. ⁴ Valor considerado pelas normas do Estado de Maryland. ⁵ Valor considerado pelas normas do Estado do Texas. Considerando a média de trinta dias, com tratamento usando sistema de lagoas de estabilização. ⁶ Valor considerado pelas normas do Estado da Virgínia Oeste. ⁷ Valor considerado pelas normas do Estado do Texas. ⁸ Valor considerado pelas normas do Estado da Carolina Oeste. ⁹ Valor considerado pelas normas do Estado de Tennessee. ¹⁰ Valor considerado pelas normas do Estado de Wyoming (cultivo de alimentos - amanhecer e anoitecer; reúso urbano sem restrições – durante o dia; ^b cultivo de alimentos – durante o dia). ¹¹ Valor considerado pelas normas do Estado de Vermont. ¹² Valor considerado pelas normas do Estado de Utah (em qualquer momento). ¹³ Valor considerado pelas normas do Estado da Flórida (média anual). ¹⁴ Valor considerado pelas normas do Estado da Califórnia (média anual). ¹⁵ Valor considerado pelas normas do Estado do Texas. Com tratamento que não seja sistema de lagoas de estabilização (média de trinta dias). ¹⁶ Valor considerado pelas normas do Estado da Carolina do Sul (média mensal).

Tabela 5.10 - Concentrações de coliformes fecais e usos recomendados

Concentrações (NMP/100 ml)	Usos
≤ 1000	Reúso urbano com restrições ^{1,2} . Reúso agrícola – cultivo de alimentos ^{1,2} . Reúso agrícola – culturas não comestíveis (irrigação por aspersão) ³ . Reúso recreacional com restrições ¹ . Reúso agrícola – culturas consumidas cruas ¹⁶ . Reúso recreacional – campos esportivos e parques públicos ¹⁶ .
≤ 800	Reúso agrícola – culturas não comestíveis ^{4,5} . Reúso urbano com restrições ⁵ .
400	Reúso urbano com restrições ⁶ . Reúso industrial ⁷
200	Reúso urbano com restrições ^{1,6,8} . Reúso agrícola – cultivo de alimentos ⁹ . Reúso agrícola – culturas não comestíveis ^{4,9,10} . Reúso industrial ⁷ .
≤ 200	Reúso urbano com restrições ^{1,6,8} . Reúso agrícola – cultivo de alimentos ⁹ . Reúso agrícola – culturas não comestíveis ^{4,9,10} . Reúso industrial ⁷ . Reúso urbano sem restrições ¹¹ . Reúso urbano com restrições ¹¹ . Reúso agrícola – cultivo de alimentos ³ . Reúso industrial ⁵ . Reúso recreacional – áreas públicas, como hotéis, com as quais as pessoa possam ter contato direto.
100	Reúso agrícola – culturas não comestíveis ¹ . Reúso urbano sem restrições ² .
≤ 75	Reúso urbano sem restrições ^{1,5} . Reúso agrícola – cultivo de alimentos ⁵ .
30	Reúso urbano sem restrições ^{10,12} . Reúso urbano com restrições ¹⁰ .
25	Reúso urbano sem restrições ¹ . Reúso urbano sem restrições ^{4,*} . Reúso urbano com restrições ^{4,*} .
23	Reúso urbano sem restrições ^{6,7} . Reúso agrícola – cultivo de alimentos ⁶ . Reúso agrícola – culturas não comestíveis ⁶ . Reúso recreacional sem restrições ⁷ . Reúso recreacional com restrições ⁷ .
3	Reúso urbano com restrições ¹³ .
2,2	Reúso urbano sem restrições ^{6,2} . Reúso agrícola - cultivo de alimentos ⁶ . Reúso recreacional sem restrições ⁷ . Reúso recreacional com restrições ⁷ .
1	Reúso urbano com restrições ¹⁴ .

Fontes: EPA, 1992; OMS, 1989

¹ Valor considerado pelas normas do Estado do Arizona. ² Valor considerado pelas normas do Estado do Novo México. ³ Valor considerado pelas normas do Estado de Wyoming. ⁴ Valor considerado pelas normas do Estado da Flórida. ⁵ Valor considerado pelas normas do Estado do Texas. ⁶ Valor considerado pelas normas do Estado de Montana. ⁷ Valor considerado pelas normas do Estado de Nevada. ⁸ Valor considerado pelas normas do Estado de Missouri. ⁹ Valor considerado pelas normas do Estado de Utah. ¹⁰ Valor considerado pelas normas do Estado de Delaware. ¹¹ Valor considerado pelas normas do Estado de Tennessee. ¹² Valor considerado pelas normas do Estado da Geórgia. ¹³ Valor considerado pelas normas do Estado de Maryland. ¹⁴ Valor considerado pelas normas do Estado da Carolina do Norte. ^{*} Amostra simples, realizada em um período de trinta dias (75% das amostras devem estar abaixo desse valor). ¹⁵ Valor considerado pelas normas do Estado da Califórnia. ¹⁶ Valor considerado pelos padrões da OMS.

Tabela 5.11 - Concentrações de pH e usos recomendados

Concentrações (unidades)	Usos
4,5 – 9,0	Reúso urbano sem restrições ^{1,2} Reúso urbano com restrições ^{1,2} Reúso agrícola – cultivo de alimentos ² Reúso agrícola – cultivo de alimentos consumidos crus, cultivo de alimentos processados, e culturas não alimentícias ¹ .
6,5 – 8,5	Reúso urbano com restrições ³ Reúso agrícola – culturas não alimentícias ³
6,5 – 8,6*	Reúso ambiental – pântanos ¹
6,5 – 9,0	Reúso agrícola – cultivo de alimentos ⁴ Reúso agrícola – culturas não alimentícias ⁴ Reúso recreacional sem restrições ¹ Reúso recreacional com restrições ¹

Fonte: EPA, 1992

¹ Valor considerado pelas normas do Estado do Arizona. * Com elevação máxima de pH de 0,5 unidades/dia, na água obtida. ² Valor considerado pelas normas do Estado do Wyoming. ³ Valor considerado pelas normas do Estado de Maryland. ⁴ Valor considerado pelas normas do Estado de Utah.

Tabela 5.12 - Concentração de turbidez e usos recomendados

Concentração (UNT)	Usos
5	Reúso urbano sem restrições ¹ Reúso recreacional com restrições ¹ Reúso urbano com restrições (na zona neutra) ²
3	Reúso urbano sem restrições ^{2,3} Reúso urbano com restrições (fora da zona neutra) ² Reúso agrícola – cultivo de alimentos ³ Reúso recreacional com restrições ^{2,3}
2	Reúso urbano sem restrições ⁴ Reúso recreacional sem restrições ^{2,4} Reúso agrícola (irrigação por aspersão) ⁴
2 (média em 24 horas) e 5 (5% durante o período de 24 horas)	Reúso urbano sem restrições ^{5,6} Reúso agrícola – cultivo de alimentos ^{5,6} Reúso recreacional sem restrições ⁶

Fonte: EPA, 1992

¹ Valor considerado pelas normas do Estado do Arizona. ² Valor considerado pelas normas do Estado de Nevada (amostra simples). ³ Valor considerado pelas normas do Estado do Texas. Considera, ainda, que este deve ser um valor médio do período de 30 dias. Não considera o tipo de amostra. ⁴ Valor considerado pelas normas do Estado da Califórnia. ⁵ Valor considerado pelas normas do Estado de Montana. ⁶ Valor considerado pelas normas do Estado de Oregon.

Tabela 5.13 - Outros parâmetros e usos recomendados

Parâmetro	Concentração	Usos
Amônia	0,6 – 2,0 (mg/l)	Piscicultura (pequeno período de exposição)
	0,05 mg/l	Piscicultura
	1,0 mg/l NH ₃	Reúso industrial (reposição em torres de refrigeração)
	0,1 mg/l	Reúso industrial (alimentação de aquecedores – alta e baixa pressão)
Alcalinidade	350 mg/l CaCO ₃	Reúso industrial (reposição em torres de refrigeração, alimentação de aquecedores – baixa pressão)
	20 – 300 mg/l CaCO ₃	Piscicultura
	20 mg/l CaCO ₃	Piscicultura
	40 mg/l CaCO ₃	Alimentação de aquecedores – alta pressão
Alumínio	20	Reúso agrícola – uso a curto prazo
	5	Reúso agrícola – uso a longo prazo
	5 mg/l Al	Reúso agrícola – uso a longo prazo Reúso industrial (alimentação de aquecedores – baixa pressão)

Fontes: Crook, 1993; Furtado, 1995; Proença e Bittencourt, 1994; Yancey e Menezes, 1982; Ostrenky e Boeger, 1998

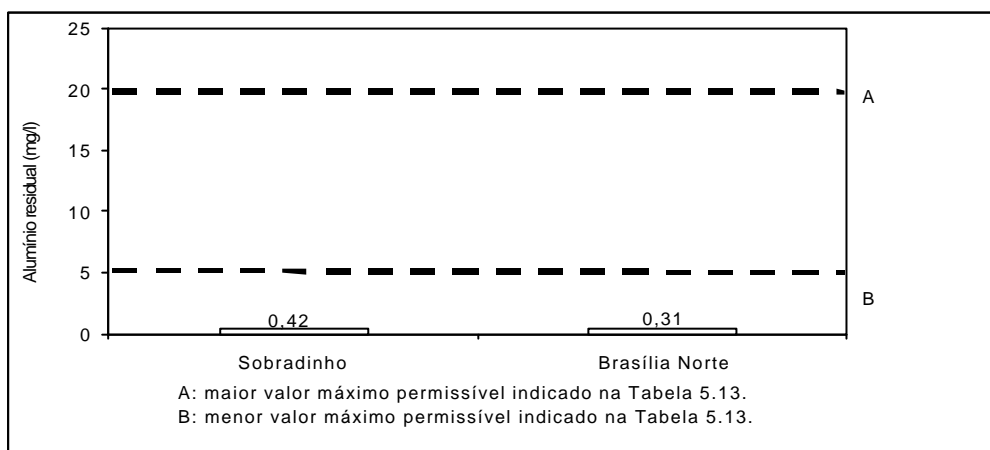


Figura 5.31 – Valores recomendados de alumínio residual e valores apresentados pelos efluentes finais das estações de tratamento de esgotos

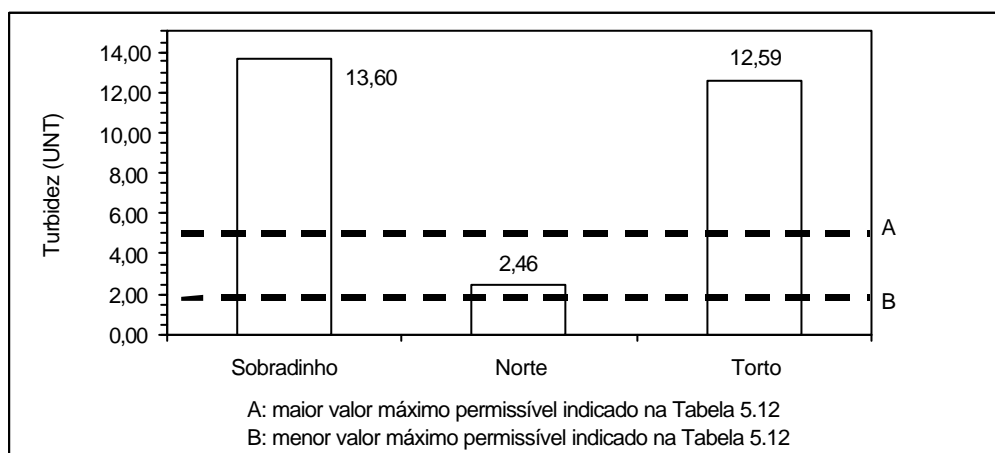


Figura 5.32 – Valores recomendados de turbidez e valores apresentados pelos efluentes finais das estações de tratamento de esgotos

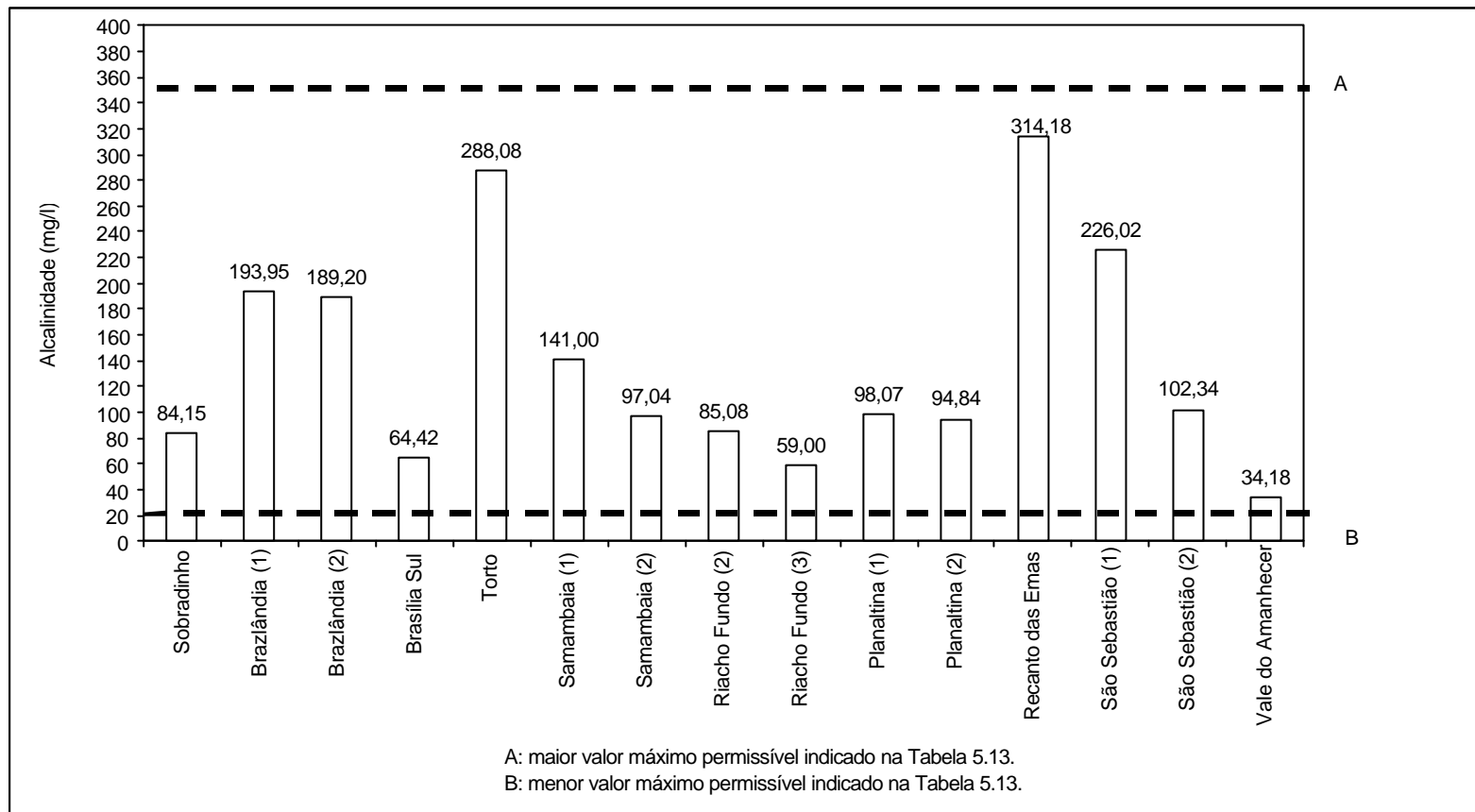


Figura 5.33 - Valores recomendados de alcalinidade e valores apresentados pelos efluentes finais das estações de tratamento de esgotos

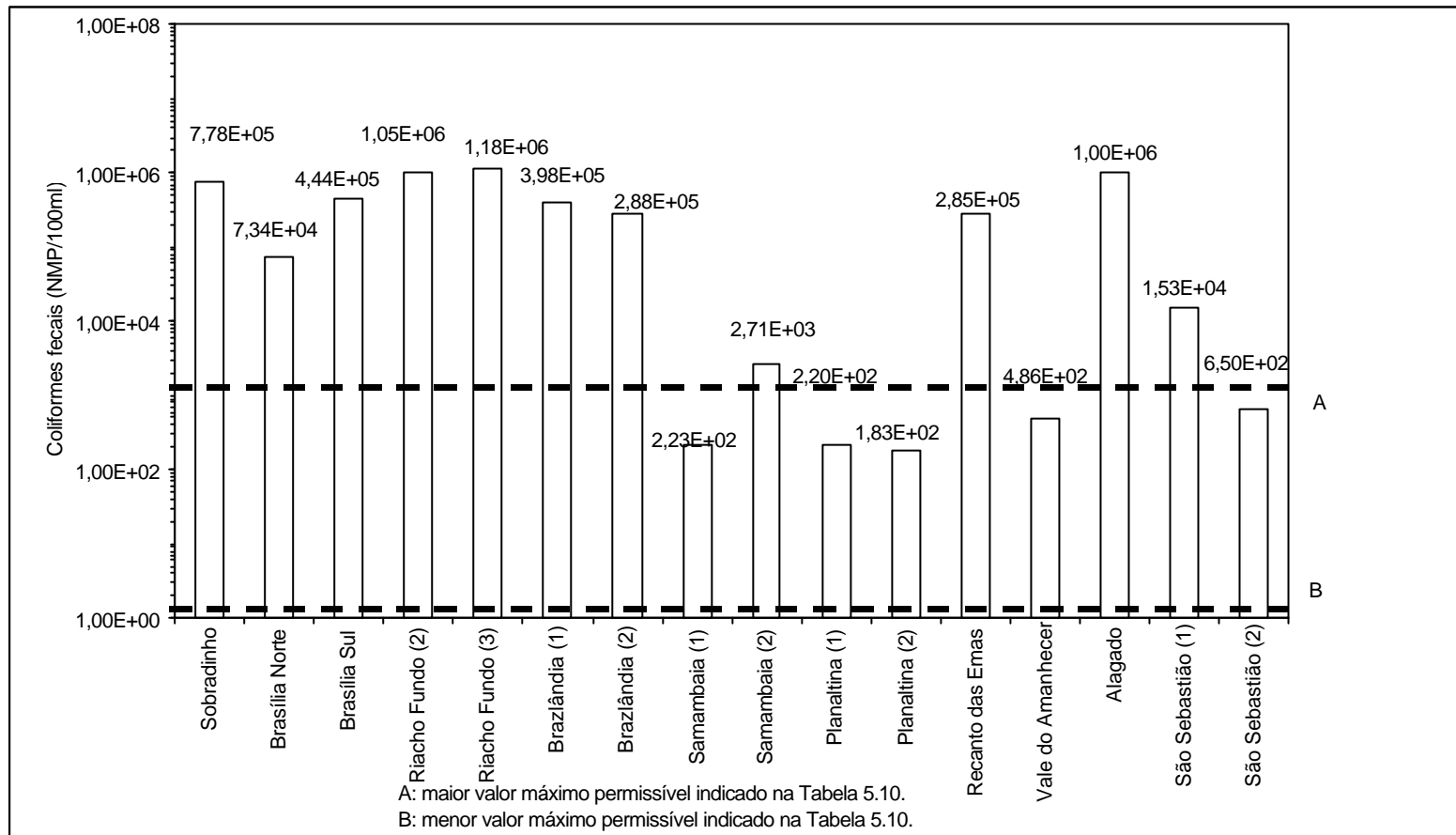


Figura 5.34 – Valores recomendados de coliformes fecais e valores apresentados pelos efluentes finais das estações de tratamento de esgotos

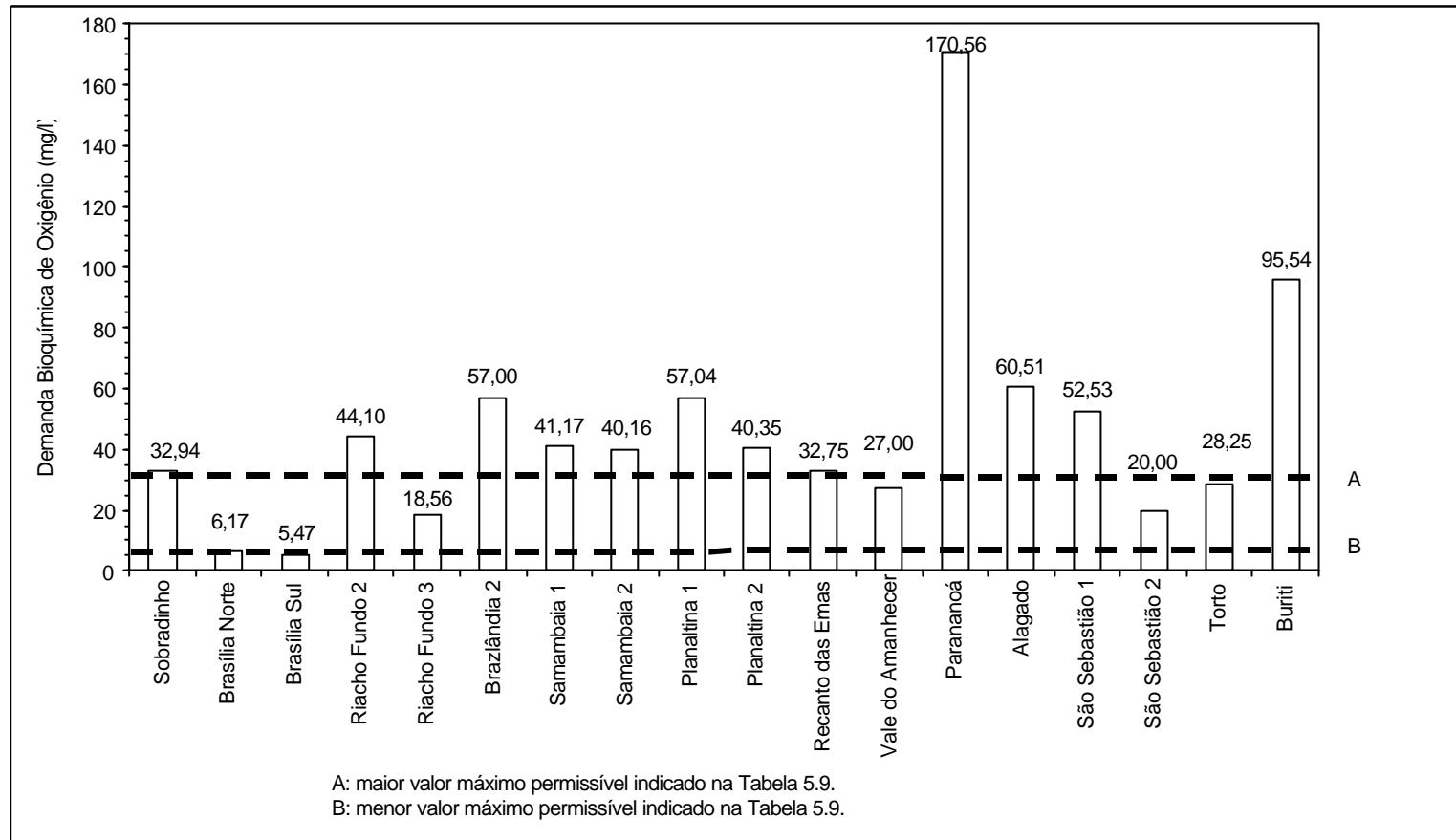


Figura 5.35 – Valores recomendados de DBO e valores apresentados pelos efluentes finais das estações de tratamento de esgotos

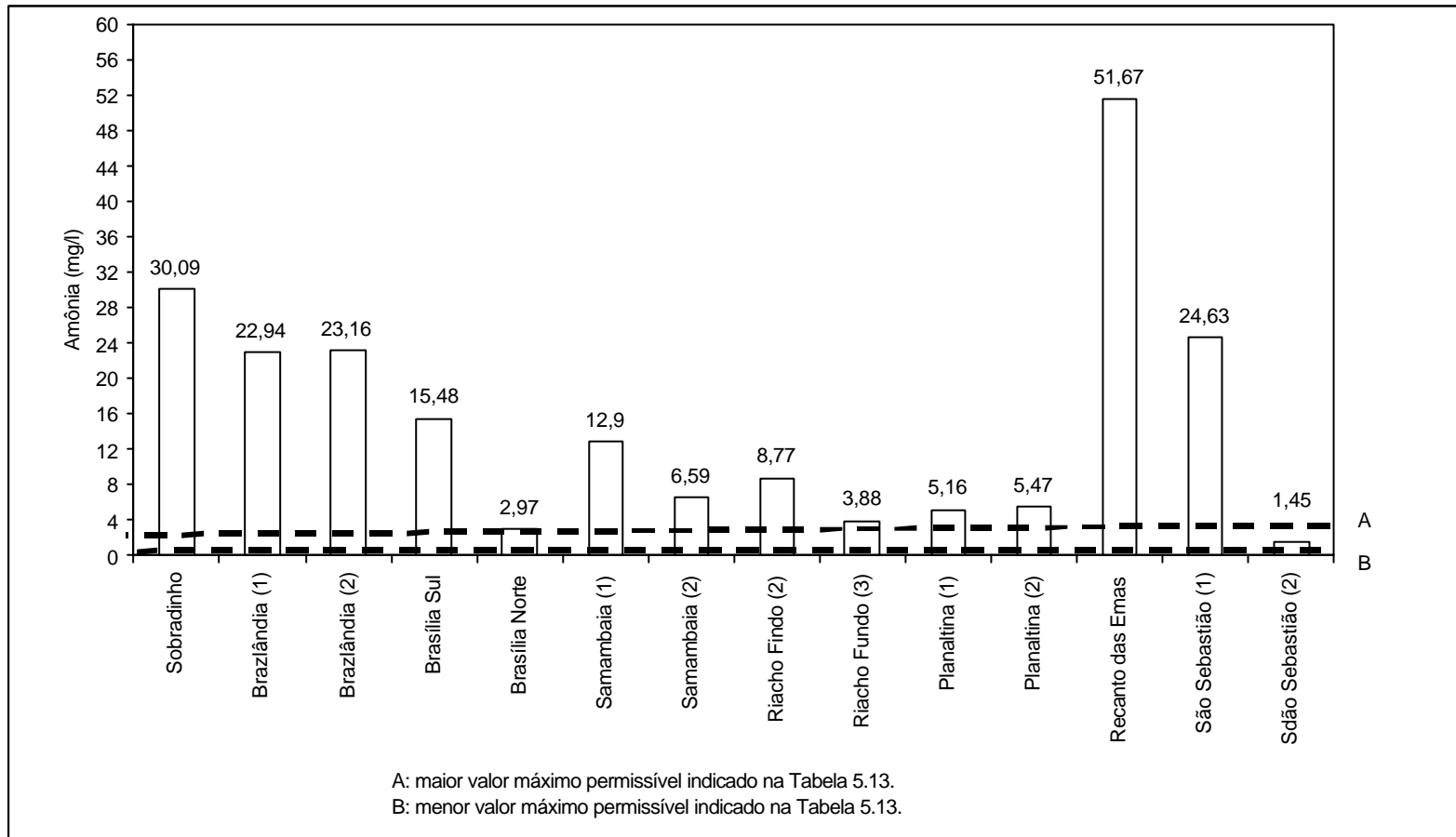


Figura 5.36 – Valores recomendados de amônia e valores apresentados pelos efluentes finais das estações de tratamento de esgotos

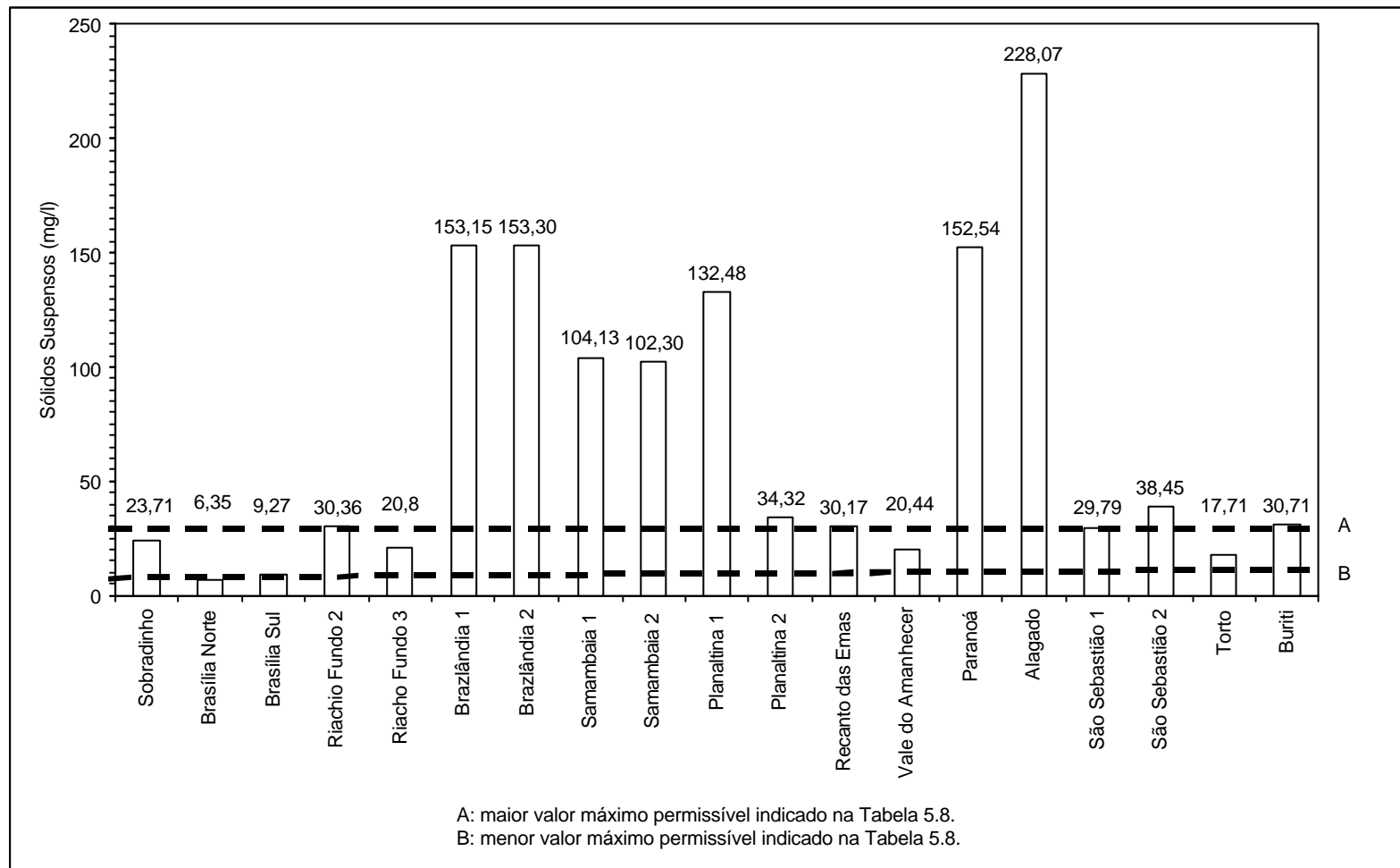


Figura 5.37 – Valores recomendados de Sólidos Suspensos e valores apresentados pelos efluentes finais das estações de tratamento de esgotos

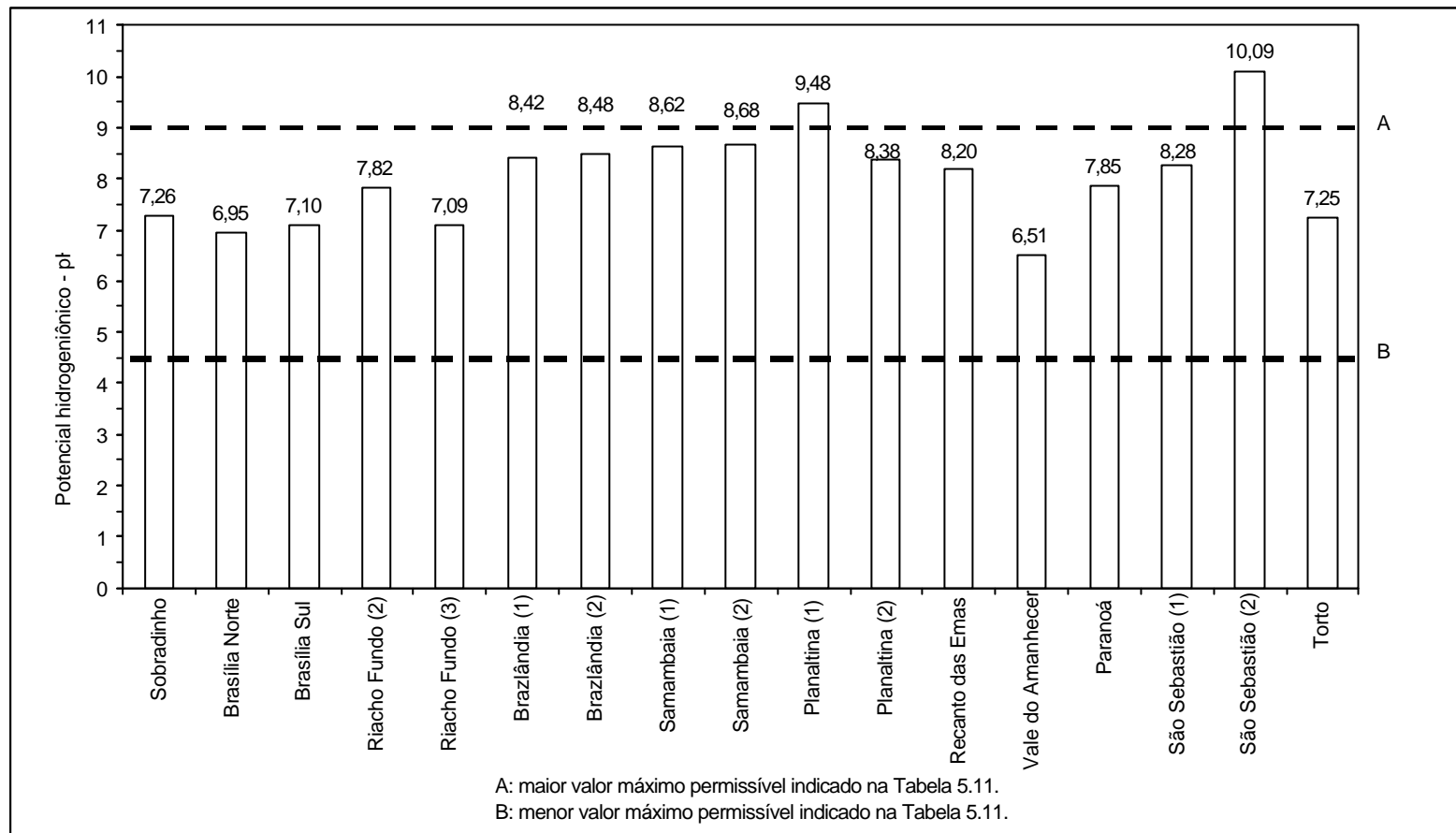


Figura 5.38 – Valores recomendados de pH e valores apresentados pelos efluentes finais das estações de tratamento de esgotos

Comparando o efluente das estações de tratamento de esgotos com os critérios de qualidade da água, verificou-se que:

- A ETE Sobradinho apresentou um efluente final com concentrações de pH e SS adequado para reúso urbano, com e sem restrições, ao cultivo de alimentos, à irrigação de culturas não comestíveis e ao reúso industrial, sendo que a DBO atende apenas à irrigação de culturas não comestíveis. Entretanto, os níveis de coliformes fecais mostraram-se inadequados para todos os usos identificados neste trabalho.
- Para a Estação de Tratamento de Esgotos Brazlândia foi avaliado o efluente das duas unidades finais, identificadas neste trabalho como Brazlândia 1 e Brazlândia 2 (Figura 5.2). A unidade Brazlândia 1 apresentou efluente com concentrações de pH, alcalinidade e SS adequadas para o reúso urbano, com e sem restrições, e para o cultivo de alimentos. Contudo, o efluente da unidade Brazlândia (1) apresentou teores de amônia e coliformes fecais inadequados para todos os usos identificados neste trabalho. O efluente da unidade Brazlândia 2 apresentou pH e SS adequados ao reúso urbano, com e sem restrições, e ao reúso agrícola. O pH adequa-se também ao reúso ambiental, ao cultivo de culturas não comestíveis e ao reúso recreacional, com e sem restrições. A DBO mostrou-se adequada ao cultivo de culturas não comestíveis. A alcalinidade apresentou concentração adequada ao reúso industrial. Os teores de amônia e coliformes fecais mostraram-se inadequados para esses usos.
- A ETE Brasília Sul apresentou efluente com pH, DBO e SS adequados ao reúso urbano, com e sem restrições, e ao cultivo de alimentos e culturas não comestíveis. O pH mostrou-se também adequado ao reúso ambiental (“wetlands”) e ao reúso recreacional com e sem restrições. A DBO apresentou-se adequada também para o reúso industrial, para o reúso recreacional com restrições e para represamentos paisagísticos. A alcalinidade mostrou-se adequada para o reúso industrial. Todavia, apresentou teores de amônia e coliformes inadequados a esses usos.
- O efluente final da Estação de Tratamento de Esgotos Brasília Norte, de acordo com as concentrações de pH, DBO e SS, mostrou-se adequado ao reúso urbano, com e sem restrições, e ao cultivo de alimentos e culturas não comestíveis. A turbidez apresentou teor adequado para o cultivo de culturas não alimentícias. Concentrações de coliformes fecais e amônia apresentaram-se inadequadas aos usos identificados. A concentração de alumínio apresentou-se menor do que as recomendadas. Observa-se que essa foi a única estação de tratamento de esgotos que teve todos os parâmetros, dentre os medidos pela CAESB, analisados.
- A Estação de Tratamento de Esgotos Torto apresentou efluente com concentrações de pH, DBO e SS adequadas para o reúso urbano, com e sem restrições, e para o cultivo de alimentos e culturas não comestíveis. O pH apresentou-se também adequado para o

reúso ambiental e para o reúso recreacional, com e sem restrições, e a DBO para o reúso industrial. A turbidez mostrou-se inadequada a todos os tipos de reúso identificados neste trabalho.

- A Estação de Tratamento de Esgotos Buriti apresentou teores de SS adequados para o reúso urbano, com e sem restrições, e para o cultivo de alimentos e culturas não comestíveis. As concentrações de DBO apresentaram-se inadequadas aos tipos de reúso identificados neste trabalho.

- Na Estação de Tratamento de Esgotos Samambaia foi avaliado o efluente das duas unidades finais, identificadas neste trabalho como Samambaia 1 e Samambaia 2 (Figura 5.7). A unidade Samambaia 1 apresentou efluente com concentrações de pH, DBO, SS e coliformes fecais adequadas para o reúso urbano, com e sem restrições, e para o cultivo de alimentos. O pH, os SS e os coliformes fecais também mostraram-se adequados para o reúso recreacional, com e sem restrições. Para o cultivo de culturas não comestíveis mostraram-se adequadas as concentrações de pH, DBO e coliformes fecais. A alcalinidade mostrou-se adequada para o reúso industrial e para a piscicultura. A amônia mostrou-se inadequada para todos os usos identificados neste trabalho. A unidade Samambaia 2 apresentou efluente com concentrações de pH e SS adequadas para o reúso urbano com e sem restrições e para o cultivo de alimentos. O pH mostrou-se também adequado para o cultivo de culturas não comestíveis e para o reúso ambiental ("wetlands"). A DBO mostrou-se adequada ao cultivo de alimentos. Os teores de coliformes fecais mostraram-se adequados para o reúso recreacional com restrições e para o cultivo de culturas não comestíveis. A alcalinidade mostrou-se adequada para o reúso industrial e para a piscicultura. A amônia mostrou-se inadequada para todos os usos identificados neste trabalho.

- A Estação de Tratamento de Esgotos Paranoá apresentou um efluente com concentrações de pH e SS adequadas para o reúso urbano, com e sem restrições, e para o cultivo de alimentos. O pH apresentou-se também adequado para o reúso ambiental e para o reúso recreacional, com e sem restrições. A DBO apresentou-se inadequada para todos os tipos de reúso identificados neste trabalho.

- Na Estação de Tratamento de Esgotos Riacho Fundo foi avaliado o efluente das duas unidades finais, identificadas neste trabalho como Riacho Fundo 2 e Riacho Fundo 3 (Figura 5.10). A unidade Riacho Fundo 2 apresentou concentrações de pH e SS adequadas para o reúso urbano, com e sem restrições, e para o cultivo de alimentos e de culturas não comestíveis. O pH mostrou-se adequado também para o reúso ambiental e para o reúso recreacional, com e sem restrições. A DBO apresentou-se adequada para o cultivo de culturas não comestíveis. A alcalinidade apresentou concentração adequada para o reúso industrial. As concentrações de coliformes fecais e de amônia mostraram-se

- inadequadas para todos os usos identificados neste trabalho. A unidade Riacho Fundo 3 apresentou concentrações de pH, DBO e SS adequadas para o reúso urbano, com e sem restrições, e para o cultivo de alimentos e de culturas não comestíveis. O pH mostrou-se adequado também para o reúso ambiental e para o reúso recreacional, com e sem restrições. A DBO e a alcalinidade mostraram-se adequadas para o reúso industrial. As concentrações de coliformes fecais e de amônia mostraram-se inadequadas para todos os usos identificados neste trabalho.
- O efluente final da Estação de Tratamento de Esgotos Alagado apresentou concentrações de SS adequadas para o reúso urbano, com e sem restrições, e para o cultivo de alimentos. A DBO apresentou concentrações adequadas para o cultivo de culturas não comestíveis.
- Para a Estação de Tratamento de Esgotos Planaltina foi avaliado o efluente das duas unidades finais, identificadas neste trabalho como Planaltina 1 e Planaltina 2 (Figura 5.13). A unidade Planaltina 1 apresentou concentrações de coliformes fecais e SS adequadas para o reúso, urbano com restrições, e para o cultivo de alimentos. Os Sólidos Suspensos apresentaram-se também adequados para o reúso urbano sem restrições. Os teores de coliformes fecais mostraram-se também adequados para o cultivo de alimentos não comestíveis, culturas consumidas cruas, reúso recreacional com restrições e para o reúso industrial. A alcalinidade mostrou-se adequada para o reúso industrial. A amônia e o pH mostraram-se inadequados para todos os tipos de reúso identificados neste trabalho. A unidade Planaltina 2 apresentou concentrações de pH, SS e coliformes fecais adequadas para o reúso urbano com restrições, e para o cultivo de alimentos e de culturas não comestíveis. O pH mostrou-se adequado também para o reúso ambiental e para o reúso recreacional, com e sem restrições. Os coliformes fecais mostraram-se adequados para o reúso recreacional com restrições e para o reúso industrial. A DBO apresentou concentração adequada para o cultivo de culturas não comestíveis. A alcalinidade mostrou-se adequada para o reúso industrial. A amônia mostrou-se inadequada para todos os usos identificados neste trabalho.
- O efluente final da Estação de Tratamento de Esgotos Recanto das Emas apresentou concentrações de pH e Sólidos Suspensos adequadas para o reúso urbano, com e sem restrições, e para reúso agrícola. O pH mostrou-se também adequado para o reúso ambiental e para o reúso recreacional com e sem restrições. A DBO apresentou-se adequada para o reúso agrícola de culturas não comestíveis. A alcalinidade apresentou-se adequada para o reúso industrial. A amônia e os coliformes fecais mostraram-se inadequados para todos os usos identificados neste trabalho.
- Na Estação de Tratamento de Esgotos São Sebastião foi avaliado o efluente das duas unidades finais, identificadas neste trabalho como São Sebastião 1 e São Sebastião

2 (Figura 5.14). A unidade São Sebastião 1 apresentou DBO e Sólidos Suspensos adequados para reúso agrícola de culturas não comestíveis. As concentrações de pH e Sólidos Suspensos mostraram-se adequadas para o reúso urbano, com e sem restrições, e para reúso agrícola no cultivo de alimentos. O pH mostrou-se adequado também para o reúso ambiental e para o reúso recreacional, com e sem restrições. A alcalinidade mostrou-se adequada para o reúso industrial. A amônia e os coliformes fecais mostraram-se inadequados para todos os usos identificados neste trabalho. A unidade São Sebastião 2 apresentou concentrações de DBO e Sólidos Suspensos adequadas para o reúso urbano com e sem restrições e para o reúso agrícola de cultivo de alimentos e de culturas não comestíveis. A DBO e a alcalinidade mostraram-se adequadas para o reúso industrial. Os coliformes fecais mostraram-se adequados para o reúso urbano e recreacional com restrições, e para o reúso agrícola de cultivos de alimentos e de culturas não comestíveis. A amônia e pH mostraram-se inadequados para todos os usos identificados neste trabalho.

- A Estação de Tratamento de Esgotos Vale do Amanhecer apresentou concentrações de pH, DBO e Sólidos Suspensos adequadas para o reúso urbano, com e sem restrições, e para reúso agrícola no cultivo de alimentos e culturas não alimentícias. O pH mostrou-se também adequado para o reúso ambiental (“wetlands”) e para o reúso recreacional com e sem restrições. A DBO e a alcalinidade mostraram-se adequadas para o reúso industrial. Os coliformes fecais mostraram-se adequados para o reúso recreacional com restrições, e para o reúso agrícola no cultivo de alimentos e de culturas não comestíveis. A amônia mostrou-se inadequada para os usos identificados neste trabalho.

5.2.2- Análise quantitativa

Os dados apresentados no apêndice B indicam que, em 1999, as estações receberam cerca de 1.870 l/s de esgotos, equivalentes a aproximadamente 43% da capacidade global de tratamento do sistema de esgotamento sanitário do Distrito Federal. De acordo com o cenário atual das estações de tratamento de esgotos descrito, resumido na Tabela 5.1, verifica-se que todas as ETE's estão operando com vazões médias afluentes inferiores às projetadas.

Nas Estações de Tratamento de Esgotos Brazlândia, Brasília Norte, Brasília Sul, Samambaia, Alagado, Planaltina, Recanto das Emas, São Sebastião e Vale do Amanhecer, a medição da vazão é feita por um medidor do fabricante Miltronics, modelo Multi Ranger Plus, dotado de um sensor eletromagnético, instalado em uma calha Parshall que mede, de hora em hora, a oscilação do nível das águas. Nas estações Sobradinho e Paranoá, a vazão afluente é determinada por um medidor de vazão tipo calha Parshall.

De acordo com as considerações e estimativas realizadas, verificou-se que a estação que apresenta a maior vazão efluente é a ETE Sul, cerca de 945 l/s. A menor vazão efluente é da ETE Vale do Amanhecer, 1,604 l/s. Essa reduzida vazão efluente na ETE Vale do Amanhecer pode ser atribuída a pequena extensão da rede coletora existente na cidade. As ETE's Torto e Buriti, devido ao sistema de disposição no solo, não lançaram, em 1999, efluentes no corpo receptor. Todo o efluente dessas estações é infiltrado no solo. O que leva a constatar, com isso, a ocorrência do reúso indireto uma vez que o efluente dessas estações é devolvido ao meio ambiente, podendo estar contribuindo com a recarga de aquíferos.

Considerando-se as demandas hídricas para irrigação nas bacias hidrográficas apresentadas neste trabalho, verificou-se que:

- Na bacia hidrográfica do lago Paranoá estão inseridas as Estações de Tratamento de Esgotos Brasília Sul, Brasília Norte, Riacho Fundo e Torto, que, de acordo com resultados apresentados neste trabalho, tiveram uma vazão efluente estimada, respectivamente, de 946,61 l/s, 396,829 l/s, 17,211 l/s e 0,00 l/s. Com isso, conclui-se que nessa bacia existe a oferta de 1.360,650 l/s de água residuária tratada que, se adequadamente recuperada, poderá ser empregada para irrigar 518,44 hectares e suprir a demanda de 515,98 l/s dessa bacia.
- Na bacia hidrográfica do rio São Bartolomeu encontram-se as ETE's Sobradinho, Paranoá, São Sebastião, Planaltina, Vale do Amanhecer e Buriti, que apresentaram vazão efluente, respectivamente, de 65,058 l/s, 13,167 l/s, 10,925 l/s, 27,362 l/s, 1,605 l/s e 0,00 l/s. Essas vazões representam uma oferta de efluente nessa bacia de 118,117 l/s. Essa bacia apresentou demanda para irrigação de 1.860,37 l/s para irrigar uma área de 1.830,78 hectares. Dessa forma, a oferta de efluente nessa bacia é inferior a demanda. Porém, o reúso poderá contribuir para reduzir a demanda de água para irrigação, reservando as fontes d'água para usos mais nobres.
- Na bacia hidrográfica do rio Descoberto está inserida apenas a ETE Samambaia, com vazão efluente de 154,199 l/s. Essa bacia demanda 2.108,83 l/s de água para irrigar uma área de 2.051,90 hectares. A bacia apresenta elevada demanda de água, comparada a oferta de água residuária tratada da ETE Samambaia.
- A bacia hidrográfica do rio Corumbá não apresenta, de acordo com os resultados apresentados neste trabalho, área irrigada. Entretanto, há oferta de 91,928 l/s de água residuária tratada das ETE's Alagado e Recanto das Emas.
- Na bacia hidrográfica do lago Descoberto encontra-se implantada a Estação de Tratamento de Esgotos Brazlândia, produzindo 32,297 l/s de efluente. Todavia, não foram obtidos dados sobre a demanda hídrica para irrigação e área irrigada nessa bacia.

- A bacia hidrográfica do rio Preto foi a bacia que apresentou a maior demanda para irrigação. Cerca de 5677 l/s para irrigar uma área de 5.645,56 hectares. Nessa bacia não encontra-se implantada nenhuma ETE.
- A bacia hidrográfica do rio Maranhão demanda 721,38 l/s de água para irrigar uma área de 708,38 hectares. Contudo, nessa bacia não há estações de tratamento de esgotos implantadas.

6- CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O principal objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade de efluentes finais de estações de tratamento de esgotos domésticos visando à utilização futura desses efluentes em programas de reúso planejado de água para o Distrito Federal. Foi feita uma análise dos aspectos qualitativos e quantitativos dos efluentes considerando, principalmente, as recomendações de padrões e critérios de qualidade da água.

As análises foram realizadas baseando-se em dados obtidos na CAESB (Companhia de Saneamento do Distrito Federal) e numa revisão bibliográfica que permitiram identificar algumas opções para o uso das águas residuárias e padrões recomendados para reúso de água, adotados em diversos países. Todavia, os dados disponíveis não foram suficientes para uma análise criteriosa da qualidade das águas residuárias avaliadas neste trabalho.

No desenvolvimento deste trabalho, foi visto e apresentado que o reúso de água tem se tornado uma prática comum, principalmente em regiões áridas e semi-áridas. Entretanto, constatou-se também que, em regiões onde há problemas com disposição de efluentes e carência de recursos hídricos, tem-se utilizado as águas residuárias tratadas como instrumento de preservação e minimização do dano ambiental decorrente da poluição hídrica, e para ampliar a oferta de água.

6.1- CONCLUSÕES

Durante a fundamentação teórica do tema estudado neste trabalho, foi possível observar diferentes aspectos inerentes ao reúso de água, tais como a sua ocorrência em alguns países, opções de uso e critérios de qualidade da água. Observou-se que, de acordo com os diversos tipos de reúso apresentados neste trabalho, as águas residuárias municipais adequadamente tratadas têm-se tornado, em diversos países, uma fonte de água alternativa, beneficiando distintas regiões do mundo. Entretanto, tendo em vista a implementação de um programa de reúso, devem ser considerados, entre outros, aspectos sócio-econômicos, aspectos de saúde pública e aspectos ambientais, além de um rigoroso controle na qualidade físico-química e bacteriológica da água residuária utilizada. Observou-se que, no Brasil, o reúso de água não é uma prática muito difundida. Isso permite concluir que é necessário que sejam realizados, no Brasil, mais estudos e pesquisas para a utilização adequada das águas residuárias municipais tratadas, principalmente nas regiões áridas e semi-áridas.

Constatou-se que, para realizar um estudo sobre o reúso de água, também é preciso considerar as características próprias e naturais da região, pois as mesmas aportam os dados básicos para a formulação das principais diretrizes do estudo. Apesar de haver certas

características comuns entre regiões que conduzem à implementação de um programa de reúso, como, por exemplo, a escassez de recursos hídricos provocada pela aridez do clima ou pela demanda excessiva de água.

Analisando a área de estudo deste trabalho, o Distrito Federal, foi possível obterem-se conclusões, embora preliminares, que evidenciaram a viabilidade do reúso de água na região. As principais conclusões são apresentadas a seguir:

1. Algumas peculiaridades do Distrito Federal como: crescimento demográfico, rios de caudais reduzidos e de pequena extensão, e elevado consumo de água para abastecimento público, são indicativos de ser necessária, futuramente, a busca de fontes alternativas para suprir a demanda de água na região. Mostrando-se as ETE's capazes de suprir essa demanda; e
2. Analisando o atual sistema de esgotamento sanitário do Distrito Federal, nota-se que as Regiões Administrativas de Ceilândia e Taguatinga, de elevado contingente populacional, não tratam seus esgotos e lançam as águas residuárias "in natura" no rio Melchior. Nesse sentido, a concepção de estações de tratamento de esgotos conjugada a programas de reúso poderá contribuir para a preservação desse corpo d'água e do meio ambiente.

As estações de tratamento de esgotos do Distrito Federal, avaliadas neste trabalho, em geral, apresentaram, no período de 1999, bom desempenho operacional na remoção de Sólidos Suspensos, Nitrogênio Total Kjeldahl, Demanda Bioquímica de Oxigênio, Demanda Química de Oxigênio e Fósforo Total, mostrando-se capazes de dar origem a efluentes finais de qualidade físico-química e sanitária adequada para o reúso.

Em relação às características pH, DBO, SS, turbidez, amônia e coliformes fecais, os efluentes de todas as estações de tratamento de esgotos necessitam se adequar a pelo menos uma delas. Essa adequação poderá ser feita com a concepção de um tratamento adicional, como a desinfecção, relevante no controle bacteriológico da água para reúso, ou ainda com a construção de novas unidades de tratamento como lagoas de estabilização. Entretanto, devem ser avaliados os custos adicionais necessários.

Muitos dos indicadores necessários para avaliar a qualidade da água residuária recuperada não foram considerados nessa análise. Por isso, pode-se concluir que essa análise forneceu uma visão geral da qualidade da água residuária tratada no Distrito Federal, sendo preciso um estudo do efluente final de cada uma das estações de tratamento de esgotos, monitorando-se todas as características físico-químicas e microbiológicas da água residuária tratada, de acordo com o tipo de reúso que pretende-se estudar ou implantar.

É necessário considerar na implementação de um programa de reúso:

- Aspectos sócio-econômicos, ambientais e de saúde pública;

- Características próprias da região; e
- Rigoroso controle na qualidade da água.

Considerando-se as demandas hídricas para irrigação nas bacias hidrográficas, constata-se que a oferta de água residuária tratada de algumas estações de tratamento de esgotos é capaz de suprir a demanda de algumas áreas. Entretanto, em algumas bacias há a oferta de efluente, mas não há pontos de consumo.

6.2- RECOMENDAÇÕES PARA PESQUISAS FUTURAS

As idéias expostas a seguir não têm a pretensão de esgotar o tema, mas apresentar algumas sugestões para aprofundar a prática do reúso de água no Distrito Federal e no Brasil.

Constituem-se em recomendações do presente estudo:

1. Adotar como análises de rotina algumas características de qualidade da água, de acordo com o tipo de reúso, que atualmente não são realizadas nas ETE's aqui avaliadas, como, por exemplo, coliformes totais, coliformes fecais e ovos de nematóides importantes no controle da qualidade sanitária da água para reúso. Alguns parâmetros físico-químicos, como condutividade elétrica, teores de cálcio, magnésio e sódio, deverão ser medidos, pois são de grande relevância para o controle das águas residuárias utilizadas na irrigação agrícola
2. Considera-se necessário uma avaliação estatística com mais rigor, ou ainda a adoção de outros métodos, como a análise multicritério, para a seleção de alternativas viáveis para o Distrito Federal, e assim obter resultados mais representativos. Pois, a análise realizada neste trabalho foi um recurso mínimo para o conhecimento da qualidade das águas residuárias tratadas.
3. Dar continuidade a estudos e pesquisas sobre o reúso de águas. Considerando fatores monetários que valorizem os projetos de reúso no contexto do impacto social, dos aspectos de saúde pública e da aceitabilidade pública do reúso de água no Distrito Federal.
4. Implementar estudos experimentais, em escala piloto e em escala real, de reúso de água, particularmente, considerando as condições e restrições locais do Distrito Federal e áreas do entorno.
5. Elaborar estudos sobre a implementação de um ou mais tipos de reúso dentro de um contexto de gerenciamento de bacias hidrográficas, considerando as águas residuárias como um bem econômico, como forma de aprimorar o balanço dos recursos hídricos da região.

6. Na adoção de práticas de reúso, avaliar os possíveis impactos ambientais e adotar medidas mitigadoras com o objetivo de evitá-los ou minimizá-los.
7. Identificar áreas para absorver a água recuperada das estações de tratamento de esgotos com base nos seguintes critérios: distância entre a ETE e o centro de consumo, transporte dentro da área, usos predominantes do solo e da água, possíveis consumidores e aspectos institucionais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT (1997). NBR 13969 – *Tanques Sépticos – Unidades de Tratamento Complementar e Disposição Final de Efluentes Líquidos, Projeto, Construção e Operação*. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Brasil.
- APHA, AWWA, WPCF. (1992). *Standards Methods for the Examination of Water and Wastewater*. American Public Health Association, 18ª edição, Washington, DC, EUA.
- Anderson, J. M. (1996). "Current water recycling initiatives in Australia: scenarios for the 21st century." *Water Science & Technology*, 33(10-11), 37-43.
- Angelakis, A. N., Monte, M. H. F. M., Bontoux, L. e Asano, T. (1999). "The status of wastewater reuse practice in the Mediterranean basin: Need for guidelines." *Water Research*, 33 (10), 2202 – 2217.
- Araújo, A. L. de, König, A., Milanêz, J. G. e Ceballos, B. S. O. de (1999). "Reuso indireto de esgotos na irrigação de colunas experimentais de solo cultivadas com alface (*Lactuca sativa*, L.)." *20º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*, Rio de Janeiro, Brasil.
- Asano, T. e Levine, A. D. (1996). "Wastewater reclamation, recycling and reuse: past, present, and future." *Water Science & Technology*, 33(10-11),1-14.
- Asano, T., Maeda, M. e Takaki, M. (1996). "Wastewater reclamation and reuse in Japan: overview and implementation examples." *Water Science and Technology*, 34(110), 219-226.
- Baptista, G. M. M. (1998). "Caracterização climatológica do Distrito Federal." In: Inventário Hidrogeológico e dos Recursos Hídricos Superficiais do Distrito Federal. Relatório Técnico, **vol. 1**, Brasília, DF.
- Barros, J. C.C. (1987). *Geologia e Hidrogeologia do Distrito Federal*. Brasília, DF.
- Bastos, R. K. X. (1996). "Reuso de efluentes." *Anais do Seminário Internacional Tendências no Tratamento Simplificado de Águas Residuárias Domésticas e Industriais*. Belo Horizonte, Brasil, 223-236.
- Bontoux, J., Brissaud, F. e Faby, J. A. (1999). "Wastewater reuse in France: water quality standards and wastewater treatment technologies." *Water Science and Technology*, 40(4-5), 37-42.
- CAESB (1986). O reservatório de Santa Maria e a estiagem dos últimos anos no Distrito Federal. Relatório Final, Brasília, DF.
- CAESB (1987). Relatório sobre o reservatório de Santa Maria. Brasília, DF.
- CAESB (1990). Plano Diretor de água, esgotos e controle da poluição hídrica do DF - Zona urbana. Relatório final, Brasília – DF.
- CAESB (1994). Norma sobre o lançamento de despejos na rede coletora de esgotos, revisão 2. Documento Técnico 001/94. CAESB - Companhia de Saneamento de Brasília, SPOM, Brasília-DF.

- CAESB (1995a). Manual de Métodos de Análises de Águas Residuárias. Companhia de Saneamento de Brasília. Seção de Desenvolvimento e Controle de Qualidade. DVOE/SPOM/DRSE.
- CAESB (1995). “Revisão do PDOT: leitura relativa ao saneamento, água e esgotos.” (versão preliminar sujeita à correções), Brasília.
- CAESB (1998). SIESG - “Sinopse do sistema de esgotamento sanitário do Distrito Federal.” Companhia de Saneamento do Distrito Federal. DRSE/SPCE, Brasília-DF.
- CAESB (1999). SIESG Digital - “Sinopse do sistema de esgotamento sanitário do Distrito Federal.” Companhia de Saneamento do Distrito Federal, DRSE/SPCE, Brasília-DF.
- CAESB (1999a). Dados operacionais das Estações de Tratamento de Esgotos Brasília Norte, Samambaia e Torto. Brasília, DF, Brasil.
- CAESB (1999b). Dados operacionais das Estações de Tratamento de Esgotos Alagado, Brasília Norte, Brasília Sul, Buriti, Paranoá, Planaltina, Recanto das Emas, Riacho Fundo, São Sebastião, Sobradinho e Vale do Amanhecer. Brasília, DF, Brasil.
- CAESB (1999c). Dados operacionais das Estações de Tratamento de Esgotos Brasília Norte e Brazlândia. Brasília, DF, Brasil.
- Campana, N. A., Monteiro, M. P., Cordeiro Netto, O. M. e Koide, S. (1998) “Caracterização Sócio-econômica do Distrito Federal e das Demandas e Usos dos Recursos Hídricos Superficiais.” In: Inventário Hidrogeológico e dos Recursos Hídricos Superficiais do Distrito Federal, Relatório técnico, **vol. 2**. Brasília, DF.
- Campos, J. E. G. e Silva, F. H. F. (1998). “Geologia do Distrito Federal.” In: Inventário Hidrogeológico e dos Recursos Hídricos Superficiais do Distrito Federal. Relatório técnico, **vol. 1**. Brasília, DF.
- Cardoso, M. R., Chernicharo, C. A. L. e Von Sperling, M. (1999). “Desenvolvimento de um reator UASB compartimentado aplicado ao tratamento de esgotos tipicamente domésticos.” *Anais do 20º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*. ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro.
- Centurion, R. E. B. (1993). “A guerra pela água.” *Revista DAE*, **vol. 53**, nº 173, set/out., 1.
- CEPIS (1996). *Manual de disposición de aguas residuales. Origen, descarga, tratamiento y análisis de las aguas residuales*. Tomo I, Lima, Peru. CEPIS – Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente.
- Chernicharo, C. A. L. (1997). *Princípios do Tratamento de Águas Residuárias. Reatores Anaeróbios*. DESA – Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Belo Horizonte, MG.
- CODEPLAN (1996). Anuário Estatístico do Distrito Federal. Secretaria da Fazenda e Planejamento. Companhia de Desenvolvimento do Planalto Central. Governo do Distrito Federal.
- CODEPLAN (1997). Perfil Sócio-econômico do Distrito Federal – versão 1999. Governo do Distrito Federal, Secretaria de Desenvolvimento Econômico. Companhia de Desenvolvimento do Planalto Central. Brasília, DF.

- CODEPLAN (1997a). Anuário Estatístico do Distrito Federal, 1995 – 1996. Governo do Distrito Federal, Secretaria de Fazenda e Planejamento. Companhia de Desenvolvimento do Planalto Central. Brasília, DF.
- Cordeiro, R. G. (1999). Comunicação pessoal. Departamento de Parques e Jardins, NOVACAP, Brasília, DF.
- Crites, R. e Tchobanoglous, G. (1998). *Small and Decentralized Wastewater Management Systems*. McGraw-Hill, E.U.A.
- Crook, J. (1993). “Critérios de qualidade da água para reuso.” *Revista DAE*, vol 53, nº 174, nov./dez., 10-18.
- EMATER/DF (1999). Levantamento das áreas irrigadas no Distrito Federal. Gerência de Planejamento Agrícola. Brasília, DF.
- EMATER/DF (1999a). Produção anual de grandes culturas do Distrito Federal. Gerência de Planejamento Agrícola. Brasília, DF.
- EMBRAPA (1978). “Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Distrito Federal.” Boletim técnico, nº 53, SNLCS, Rio de Janeiro.
- EPA (1992). *Guidelines for Water Reuse, EPA/625/R-92/004, U.S. Environmental Protection Agency*, Washington, DC. Center of Environmental Research Information, Cincinnati, Ohio. U. S. Agency for International Development, Washington, DC.
- Escalera, O. A. N. (1995). *Reuso Direto das Águas Residuárias Municipais Tratadas: Uma Forma de Conservação de Água e Disposição Final*. Dissertação de Mestrado, Universidade de Campinas, Departamento de Hidráulica e Saneamento, Campinas São Paulo.
- FAO (1992). “Irrigation and Drainage.” *Wastewater treatment and use in agriculture*, Paper 47, 95-107, Rome.
- Furtado, J. F. R. (1995). *Piscicultura. Uma Alternativa Rentável*. Editora Agropecuária Ltda. Guaíba, RS, Brasil.
- Gardner-Outlaw, T. e Engelman, R. (1997). “Revised data for the population action international report, sustaining water: Population and the future of renewable water supplies.” *Sustaining Water, Easing Scary: A second Update*, Washington, USA.
- Gomes, J. C., Machado, A.M., Machado, B. P. e Pinto, A. C. T. (2000). Comunicação pessoal. Estimativa das vazões efluentes das estações de tratamento de esgotos. CAESB – Companhia de Saneamento do Distrito Federal.
- Gresh, H.W. e Henson, J.W. (1992). “Water reuse to gain water rights for Hays, Kansas.” *Proceedings of the Environmental Engineering Sessions at Water Forum '92*. 55-60.
- Haarhoff, J. e Van der Merwe, B. (1996). “Twenty-five years of wastewater reclamation in Windhoek, Namibia.” *Water Science & Technology*, 33(10-11), 25-35.
- Hammer, M. J. (1979). *Sistemas de Abastecimento de Água e Esgotos*. Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1ª edição, Rio de Janeiro, Brasil.

- Hespanhol, I., Foster, S. e Gale, I. (1994). "Impacto del uso y disposición de las aguas residuales en los acuíferos con referencia a America Latina." CEPIS/OPS/OMS. Lima, Peru.
- HIDROGEO (1990). Estudo de Impacto Ambiental do Setor Habitacional Taquari – SHIQ, Companhia Imobiliária de Brasília, Terracap, Brasília.
- IBGE (1991). Censo Demográfico de 1991. IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
- IBGE (1996). Contagem de População de 1996. In: Perfil Sócio-econômico do Distrito Federal – versão 1999. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
- IPDF (1996). Plano Diretor de Ordenamento Territorial do Distrito Federal – PDOT. IPDF – Instituto de Planejamento Territorial e Urbano, GDF – Governo do Distrito Federal Brasília, DF.
- Jordão, E. P. e Pêsoa, C. A. (1995). *Tratamento de Esgotos Domésticos*. ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 3ª edição, Brasil.
- Kandiah, A. (1993). "Uso de aguas residuales en riego." *Memoria del Taller Regional para las Américas sobre aspectos de salud, agricultura y ambiente vinculados al uso de las aguas residuales*. Jiutepec, México.
- Lavrador Filho, J. (1987). *Contribuição para o Entendimento do Reuso Planejado da Água e algumas Considerações sobre suas Possibilidades no Brasil*. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, Escola Politécnica, São Paulo, Brasil.
- Machado, B. P. (2000). Comunicação pessoal. Estação de Tratamento de Esgotos Paranoá. CAESB. Brasília, DF, Brasil.
- Maeda, M., Nakada, K., Kawamoto, K. e Ikeda, M. (1996). "Area-wide use of reclaimed water in Tokio, Japan." *Water Science & Technology*, 33 (10-11), 51-57.
- Mancuso, P. C. S. (1992). "Reuso da água." *Revista DAE*, vol 52, nº 167, set./out., XXIII-XXXII.
- Mancuso, P. C. S. (2000). Comunicação pessoal.
- Mara, D. D. e Cairncross, S. (1989). *Guidelines for the Safe use of Wastewater and Excreta in Agriculture and Aquaculture: measures for public health protection*, World Health Organization, Ginebra.
- Martins, E. S. (1998). "Sistemas pedológicos do Distrito Federal." In: Inventário Hidrogeológico e dos Recursos Hídricos Superficiais do Distrito Federal. Relatório Técnico, vol. 1, Brasília, DF.
- Mendonça, S. R. (1990). *Lagoas de Estabilização e Aeradas Mecanicamente: Novos Conceitos*. 1ª edição, Editora Universitária/UFPb, João Pessoa.
- Metcalf & Eddy, Inc. (1995). *Ingeniería de Aguas Residuales: Tratamiento, Vertido y Reutilización*. Tercera edición, McGraw-Hill / Interamericana de España, S.A, Madrid, España.

- Moscoso, J.C. e Muñoz, A. F. (1991). *Reuso en Acuicultura de las Aguas Residuales Tratadas en las Lagunas de Estabilización de San Juan*. Sección I: Resumen Ejecutivo, Lima, Peru. CEPIS – Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente.
- Moscoso, J.C. e León, G. S. (1994). *Uso de Aguas Residuales*. Hojas de Divulgación Técnica, Septiembre, nº 59. OMS/OPS/CEPIS.
- Moscoso, J. C. e León, G. S. (1996). *Curso de Tratamiento y Uso de Aguas Residuales*. OPS/CEPIS/PUB96.20, Lima, Peru.
- Neder, K. D., Sampaio, S. P., Pinto, M. A. T. e Ludovice, M. L. (1995). “Reator anaeróbico compartimentado seguido de filtro intermitente. ETE Torto, uma solução de baixo custo.” *Anais do 18º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*. ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, Salvador- BA.
- Neder, K. D. (1998). “Estações de tratamento de esgotos de Brasília – A busca de tecnologia apropriada.” *Anais do XXVI Congresso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental*. Lima, Peru.
- Neder, K. D. (1999). “Desempenho operacional de reator UASB compartimentado simplificado.” *Anais do 20º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*. Rio de Janeiro.
- NOVACAP (1999). Boletim de Divulgação. Brasília, DF.
- Nucci, N. L. R., Silva, R. J. C. e Araújo, J. L. B. (1978). *Tratamento de Esgotos Municipais por Disposição no Solo e sua Aplicabilidade no Estado de São Paulo*. Fundação Prefeito Faria Lima, São Paulo, Brasil.
- OMS (1989). “Directrices sanitarias sobre el uso de aguas residuales en agricultura y acuicultura.” *Serie de Informes Técnicos 778*, Ginebra, Suiza.
- OMS/OPAS (1990). “Reutilización de aguas residuales para agricultura.” *Proyecto de investigación y evaluación de las lagunas de San Juan*. Lima, Peru.
- Ostrensky, A. e Boeger, W. (1998). *Piscicultura*. Editora Agropecuária Ltda, Guaíba, RS, Brasil.
- Pires, L. (1999). “Água: um bem coletivo, mas até quando?” *Jornal Meio Ambiente*. Brasília, Distrito Federal.
- Proença, C. E. M. e Bittencourt, P. R. L. (1994). *Manual de Piscicultura Tropical*. Ministério do Meio Ambiente e da Amazônia Legal, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, Brasília, DF, Brasil.
- Souza, R. O. e Mota, F. S. (1995). *Projeto Áridas. Qualidade e Conservação da Água com Vistas ao Desenvolvimento Sustentável no Semi-árido Nordeste*. Versão final. Secretaria de Planejamento, Orçamento e Coordenação da Presidência da República.
- Sousa, M. E. (1987). “Criteria for the utilization, design and operation of UASB reactors.” *Anais do Simpósio Internacional de Tratamento Anaeróbico*. São Paulo.
- Tanik, A., Sarikaya, H. Z., Eroglu, V., Orhon, D. e Oztürk, I. (1996). “Potential for reuse of treated effluent in Istanbul.” *Water Science & Technology*, 33 (10-11), 107-113.

- Teichmann, A. Z. (1986). "Del método de detección cuantitativa de diversas etapas larvales de helmintos en aguas municipales." *Angewandte Parasitologie*, 27 (145-150).
- Thompson K. M. S., Olivieri, A. W., Eisenberg, D., Cooper, R. C., Danielson, R. E. e Pettigrew, L. (1992). "City of San Diego, study of potable reuse of reclaimed wastewater: final results." *Proceedings of the Environmental Engineering Sessions at Water Forum '92*. 133-138.
- Ueharo, D. (1997). "Cara, escassa e insubstituível." *Revista da indústria*, out., 6-11, São Paulo, Brasil.
- Von Sperling, M. (1996). *Princípios do Tratamento de Águas Residuárias. Lagoas de Estabilização*. DESA – Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Belo Horizonte, MG.
- Weber, P. S. (1998). "Água, o ouro do século XXI." *Revista SANARE*, vol. 10, nº 10, jul./dez, 5-7.
- Yancey, D. R. e Menezes (1992). *Manual de Criação de Peixes*. Fundação Cargill, Campinas, São Paulo, Brasil.

**APÊNDICE A – DADOS DAS PRINCIPAIS ATIVIDADES AGRÍCOLAS DESENVOLVIDAS
NAS REGIÕES ADMINISTRATIVAS DO DISTRITO FEDERAL**

Tabela A 1 - Área irrigada das principais atividades agrícolas do Distrito Federal (hectare)

Região Administrativa	ADL	Grandes culturas	Hortaliças	Fruticultura	Total
São Sebastião	Nova Betânea	52,35	69,16	7,50	129,01
Santa Maria	Nova Betânea	213,65	-	-	213,65
Gama	Gama	-	69,05	11,00	80,05
	CNPH	-	7,48	-	27,48
Brazlândia	A. de Gusmão	2,00	1.506,35	22,00	1.530,35
	Brazlândia	100,00	1.731,00	182,00	2.013,00
Sobradinho	Sobradinho	0,50	203,35	-	203,85
Paranoá	Jardim	1.425,00	282,77	44,00	1.751,77
	PAD-DF	4.221,00	113,45	-	4.334,45
	Paranoá	-	64,00	2,00	66,00
Planaltina	Pipiripau	5,50	106,98	3,00	115,48
	Planaltina	230,00	240,45	88,00	558,45
	Rio Preto	600,00	199,65	52,00	851,65
	Tabatinga	130,00	161,20	13,00	314,20
	Taquara	390,00	544,97	23,00	947,97
Taguatinga	Taguatinga	-	258,60	-	258,60
Núcleo Bandeirante	Vargem Bonita	-	440,41	13,00	453,41
Ceilândia	Ceilândia	-	426,47	5,00	431,47
Distrito Federal		7.370,00	6.461,15	465,50	14.296,65
Área (%)		51,50	45,20	3,30	100,00

Fonte: EMATER/DF, 1999

Tabela A 2 - Classificação de cultivos do Distrito Federal

Grandes culturas
Grãos: Amendoim, arroz, café, cevada, ervilha, feijão, milho, soja, sorgo e trigo. Outras: Aveia, cana-de-açúcar, mandioca, seringueira e urucum.
Hortaliças
Plasticultura: Berinjela, morango, melão, pimentão, pepino e tomate. Folhosas: Alface, couve, coentro, cebolinha, repolho e salsa. Frutos: Abóbora, berinjela, chuchu, jiló, maxixe, milho verde, pepino, pimentão, quiabo e tomate. Flores: Couve-flor e couve-brócolo. Raízes: Beterraba, cenoura, mandioca de mesa e mandioquinha. Bulbos: Alho e cebola. Tubérculos: Batata, cará e inhame.
Frutíferas
Abacate, abacaxi, goiaba, graviola, limão Taiti, laranja, manga, maracujá, mamão e tangerina.

Fonte: EMATER/DF, 1999a

Tabela A 3 - Distribuição da área irrigada por método de irrigação. Área produtiva e Agências de Desenvolvimento Local

Área irrigada por sistema de irrigação no Distrito Federal (hectare - ha)								
Região Administrativa	ADL	Pivô central	Aspersão convencional	Gotejamento (campo)	Gotejamento (estufa)	Microaspersão	Sulco	Total
São Sebastião Santa Maria	Nova Betânea	204,00	190,00	1,50	0,50	-	2,00	398,00
Gama	Gama	40,00	57,00	4,50	0,16	-	4,00	37,00
	CNPH	75,00	94,10	6,40	0,21	-	2,50	41,00
Brazlândia	A . Gusmão	7,00	830,00	15,50	3,55	3,00	-	859,05
	Brazlândia	102,00	1200,00	30,00	0,20	2,00	5,00	1339,20
Sobradinho	Sobradinho	-	100,40	18,20	1,82	2,38	33,40	156,20
Paranoá	Jardim	1452,00	164,50	23,50	0,07	24,50	0,80	1665,37
	PAD-DF	2240,00	113,50	10,70	0,88	-	3,40	2368,48
	Paranoá	-	10,00	10,00	-	-	-	20,00
Planaltina	Pipiripau	236,00	35,00	17,00	8,80	6,00	42,00	344,80
	Planaltina	-	116,00	242,05	1,88	3,43	21,00	384,36
	Rio Preto	690,00	148,00	47,50	1,00	24,00	19,00	929,50
	Tabatinga	120,00	35,00	5,00	-	-	7,50	167,50
	Taquara	1008,00	135,00	26,80	14,00	20,00	68,00	1271,80
Taguatinga	Taguatinga	-	140,00	3,00	1,00	0,50	-	144,50
Núcleo Bandeirante	Vargem Bonita	-	293,00	5,85	2,42	1,22	-	302,49
Ceilândia	Ceilândia	-	145,00	9,50	0,50	2,70	-	157,70
Área total por sistema de irrigação (ha)		6174,00	3.806,50	477,00	36,99	89,73	208,60	10792,82
Área (%)		57,20	35,30	4,80	-	0,80	1,90	100,00

Fonte: EMATER/DF, 1999b

Legenda: ADL - Agência de Desenvolvimento Local. Nota: As agencias de desenvolvimento local representam as áreas de atuação da EMATER/DF, em cada núcleo ou região administrativa.

APÊNDICE B - DADOS DE VAZÕES DAS ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTOS
- 1999

Tabela B 1 - Vazão média mensal afluyente às estações de tratamento de esgotos – 1999

Mês	Estações de Tratamento de Esgoto - Vazões médias afluentes (l/s)													
	Sobradinho	Brazlândia	Brasília Sul	Brasília Norte	Torto	Buriti	Samambaia	Paranoá	Riacho Fundo	Alagado	Planaltina	Recanto das Emas	São Sebastião	Vale do Amanhecer
Jan.	69,739	31,977	901,117	360,282	1,929	5,401	161,050	32,427	13,058	83,452	-	-	-	-
Fev.	58,670	28,219	881,514	343,080	1,929	5,401	141,925	31,915	16,268	72,294	43,210	-	-	-
Mar.	69,621	41,671	1156,529	431,029	1,929	3,858	196,697	32,376	19,083	85,561	43,210	-	-	-
Abr.	60,992	27,285	922,067	396,913	1,929	3,858	157,390	33,070	16,237	84,695	41,348	-	-	5,266
Mai.	62,032	24,137	898,789	400,235	1,929	3,858	121,227	30,926	14,758	85,659	41,676	-	29,900	5,236
Jun.	64,127	27,653	818,018	380,711	1,929	3,858	141,018	30,156	15,818	84,589	37,126	-	29,900	4,976
Jul.	61,038	29,557	805,641	371,170	1,929	3,858	141,332	31,079	16,836	86,276	39,386	-	18,677	4,813
Ago.	61,406	28,975	845,078	390,412	1,929	3,858	146,474	31,284	16,941	84,131	40,341	-	19,675	4,551
Set.	61,406	28,975	902,390	405,123	1,929	3,858	148,810	32,929	18,456	83,859	41,522	53,000	29,900	5,355
Out.	68,997	31,076	1018,108	430,460	1,929	3,858	160,584	36,386	18,739	82,772	43,005	58,900	24,499	5,355
Nov.	71,336	55,685	1091,242	428,152	1,929	3,858	179,679	37,319	19,158	80,394	52,820	54,537	32,975	6,289
Dez	71,336	32,360	1118,826	424,383	1,929	3,858	154,199	35,147	21,181	83,062	68,404	68,374	32,975	6,289
Máxima	71,336	55,685	1156,529	431,029	1,929	5,401	196,697	37,319	21,181	86,276	68,404	68,374	32,975	6,289
Mínima	58,670	24,137	805,641	343,080	1,929	3,858	121,227	30,156	13,058	72,294	37,126	53,000	18,677	4,551
Média	65,058	32,297	946,610	396,829	1,929	4,115	154,199	32,918	17,211	83,062	44,732	58,703	27,313	5,348

Fonte: CAESB, 1999 (modificada)

Tabela B 2 - Vazão média mensal efluente às estações de tratamento de esgotos – 1999

Mês	Estações de Tratamento de Esgoto - Vazões médias efluentes (l/s)														
	Sobradinho	Brazlândia	Brasília Sul	Brasília Norte	Torto	Buriti	Samambaia	Paranoá	Riacho Fundo	Alagado	Planaltina	Recanto das Emas	São Sebastião	Vale do Amanhecer	
Jan.	69,739	31,977	901,117	360,282	0	0	161,050	12,971	13,058	33,381	-	-	-	-	
Fev.	58,670	28,219	881,514	343,080	0	0	141,925	12,766	16,268	28,918	-	-	-	-	
Mar.	69,621	41,671	1156,529	431,029	0	0	196,697	12,950	19,083	34,224	-	-	-	-	
Abr.	60,992	27,285	922,067	396,913	0	0	157,390	13,228	16,237	33,878	-	-	-	1,580	
Mai.	62,032	24,137	898,789	400,235	0	0	121,227	12,371	14,758	34,264	-	-	11,960	1,571	
Jun.	64,127	27,653	818,018	380,711	0	0	141,018	12,062	15,818	33,836	-	-	11,960	1,493	
Jul.	61,038	29,557	805,641	371,170	0	0	141,332	12,432	16,836	34,511	-	-	7,471	1,446	
Ago.	61,406	28,975	845,078	390,412	0	0	146,474	12,514	16,941	33,652	-	-	7,870	1,365	
Set.	61,406	28,975	902,390	405,123	0	0	148,810	13,172	18,456	33,544	-	53,000	11,960	1,606	
Out.	68,997	31,076	1018,108	430,460	0	0	160,584	14,554	18,739	33,109	-	58,900	9,799	1,606	
Nov.	71,336	55,685	1091,242	428,152	0	0	179,679	14,928	19,158	32,158	-	54,537	13,190	1,887	
Dez.	71,336	32,360	1118,826	424,383	0	0	154,199	14,059	21,181	33,225	27,362	68,374	13,190	1,887	
Média	65,058	32,297	946,610	396,829	0	0	154,199	13,167	17,211	33,225	-	58,703	10,925	1,604	
Máxima	71,336	55,685	1.156,529	431,029	0	0	196,697	14,928	21,181	34,510	-	68,374	13,190	1,887	
Mínima	58,670	24,137	805,641	343,080	0	0	121,227	12,062	13,058	28,918	-	53,000	7,471	1,365	
													Água residuária tratada disponível no Distrito Federal		1.729,829

Fonte: Gomes *et al.*, 2000 (modificada)

**APÊNDICE C – DADOS DE EFICIÊNCIA DAS ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE
ESGOTOS - 1999**

Tabela C 1 - Eficiência de remoções médias mensais de DQO das estações de tratamento de esgotos – 1999

Mês	Estações de Tratamento de Esgoto – remoções (%)													
	Sobradinho	Brazlândia	Brasília Sul	Brasília Norte	Torto	Buriti	Samambaia	Paranoá	Riacho Fundo	Alagado	Planaltina	Recanto das Emas	São Sebastião	Vale do Amanhecer
Jan.	84	88	95	93	90	82	76	65	91	70	-	-	-	-
Fev.	83	90	94	92	87	79	70	57	92	71	-	81	-	-
Mar.	83	90	93	94	81	72	73	72	91	68	-	73	-	-
Abr.	75	92	96	94	87	78	75	76	91	67	76	62	-	87
Mai.	83	89	96	93	87	77	79	69	89	61	74	71	79	82
Jun.	81	86	96	92	85	73	81	64	92	54	84	70	81	84
Jul.	78	91	94	94	85	81	82	68	94	54	81	65	85	77
Ago.	87	89	93	94	85	82	75	60	92	52	73	65	85	75
Set.	90	54	94	94	84	72	77	73	93	56	65	66	78	70
Out.	85	85	95	93	85	83	79	75	95	62	76	65	79	65
Nov.	85	83	95	94	86	81	81	79	95	68	76	86	75	66
Dez	84	89	92	93	85	81	78	71	95	61	79	89	81	85

Fonte: CAESB, 1999

Tabela C 2 - Eficiência de remoções médias mensais de SS das estações de tratamento de esgotos – 1999

Mês	Estações de Tratamento de Esgoto – remoções (%)													
	Sobradinho	Brazlândia	Brasília Sul	Brasília Norte	Torto	Buriti	Samambaia	Paranoá	Riacho Fundo	Alagado	Planaltina	Recanto das Emas	São Sebastião	Vale do Amanhecer
Jan.	90	87	96	96	97	97	73	63	94	61	-	-	-	-
Fev.	92	72	96	96	96	96	77	59	95	73	-	96	-	-
Mar.	87	80	95	96	96	96	72	70	93	68	-	72	-	-
Abr.	85	65	95	97	95	95	71	68	92	62	71	73	-	95
Mai.	91	77	98	95	93	93	78	72	91	42	75	64	90	92
Jun.	89	73	64	96	95	95	76	65	93	31	88	69	88	94
Jul.	91	78	94	96	96	96	78	66	97	34	84	74	94	90
Ago.	92	72	94	95	95	95	79	64	95	41	82	71	93	86
Set.	93	78	98	93	91	91	79	71	97	46	80	62	93	96
Out.	90	65	96	90	92	92	75	77	97	52	84	65	91	72
Nov.	91	76	96	93	95	95	79	82	98	46	81	88	86	83
Dez	91	75	96	91	95	95	77	66	97	49	89	97	97	91

Fonte: CAESB, 1999

Tabela C 3 - Eficiência de remoções médias mensais de NTK das estações de tratamento de esgotos

Mês	Estações de Tratamento de Esgoto – remoções (%)													
	Sobradinho	Brazlândia	Brasília Sul	Brasília Norte	Torto	Buriti	Samambaia	Paranoá	Riacho Fundo	Alagado	Planaltina	Recanto das Emas	São Sebastião	Vale do Amanhecer
Jan.	28	32	68	89	62	62	70	40	75	41	-	-	-	-
Fev.	40	36	55	84	56	53	65	37	91	34	-	63	-	-
Mar.	35	50	55	83	52	39	63	53	80	45	64	58	-	-
Abr.	32	2	55	85	50	51	77	45	85	46	84	57	-	90
Mai.	32	41	65	91	63	39	78	34	91	41	86	59	69	79
Jun.	43	38	64	91	57	50	68	36	91	29	88	51	71	90
Jul.	38	35	36	89	66	68	66	47	93	34	90	51	60	88
Ago.	44	31	42	93	71	52	71	14	89	35	86	52	41	83
Set.	46	32	52	87	64	18	63	39	84	29	70	54	40	86
Out.	37	27	72	86	60	59	59	53	93	36	85	45	22	74
Nov.	45	40	78	90	71	51	53	60	94	27	94	8	44	78
Dez.	37	34	80	88	69	51	67	50	93	36	89	19	64	75

Fonte: CAESB, 1999

Tabela C 4 - Eficiência de remoções médias mensais de PT das estações de tratamento de esgotos – 1999

Mês	Estações de Tratamento de Esgoto – remoções (%)													
	Sobradinho	Brazlândia	Brasília Sul	Brasília Norte	Torto	Buriti	Samambaia	Paranoá	Riacho Fundo	Alagado	Planaltina	Recanto das Emas	São Sebastião	Vale do Amanhecer
Jan.	93	30	98	97	38	50	39	16	70	38	-	-	-	-
Fev.	89	31	97	89	27	41	24	12	62	28	-	62	-	-
Mar.	93	52	98	98	32	44	12	46	70	37	54	52	-	-
Abr.	87	11	98	98	46	48	47	23	70	36	77	43	-	53
Mai.	94	36	98	97	54	40	37	28	76	29	77	55	69	31
Jun.	96	33	98	97	61	42	23	14	26	10	95	47	71	52
Jul.	91	34	98	97	43	55	33	13	46	22	85	43	60	30
Ago.	93	31	97	96	55	41	28	12	41	22	82	40	41	14
Set.	96	28	98	97	40	33	25	33	73	15	71	37	40	33
Out.	94	21	97	96	36	53	9	40	90	16	68	28	22	-
Nov.	92	40	96	95	44	54	26	50	93	18	60	11	44	27
Dez.	94	33	97	93	56	54	27	40	92	24	49	21	64	51

Fonte: CAESB 1999

Tabela C 5 - Eficiência de remoções médias mensais de DBO das estações de tratamento de esgotos – 1999

Mês	Estações de Tratamento de Esgoto – remoções (%)													
	Sobradinho	Brazlândia	Brasília Sul	Brasília Norte	Torto	Buriti	Samambaia	Paranoá	Riacho Fundo	Alagado	Planaltina	Recanto das Emas	São Sebastião	Vale do Amanhecer
Jan.	-	99	99	99	-	-	93	76	92	85	-	-	-	-
Fev.	-	94	94	94	-	-	98	82	94	93	-	-	-	-
Mar.	-	98	93	98	-	-	91	87	95	-	-	-	-	-
Abr.	-	97	98	97	-	-	91	79	94	77	90	-	-	92
Mai.	-	98	97	98	-	-	-	88	94	-	88	-	91	83
Jun.	90	100	97	100	-	91	88	86	97	74	97	-	95	95
Jul.	90	98	96	98	-	94	89	81	97	92	97	-	95	95
Ago.	92	98	98	98	-	81	92	81	95	93	94	92	96	93
Set.	91	98	96	98	-	63	93	80	96	90	86	82	94	87
Out.	90	98	98	98	-	63	93	81	98	91	95	81	95	77
Nov.	87	99	98	99	-	93	96	87	98	90	91	95	82	93
Dez.	91	97	96	97	-	93	92	89	98	87	94	92	81	93

Fonte: CAESB, 1999

**APÊNDICE D – ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS PRIMÁRIOS DAS ESTAÇÕES DE
TRATAMENTO DE ESGOTOS**

Tabela D 1 - Estação de Tratamento de Esgotos Sobradinho - pH

Mês	Nº de análises	Máximo (unidade)	Mínimo (unidade)	Médio (unidade)	Desvio padrão (unidade)
Janeiro	4	7,59	7,16	7,37	0,18
Fevereiro	2	7,18	6,88	7,03	0,18
Março	5	7,69	7,23	7,37	0,18
Abril	4	7,28	7,04	7,17	0,10
Maio	4	7,38	7,16	7,26	0,11
Junho	2	7,48	7,27	7,38	0,15
Julho	4	7,5	7,20	7,36	0,12
Agosto	4	7,43	7,11	7,28	0,13
Setembro	3	7,55	7,28	7,45	0,15
Outubro	3	7,88	4,70	6,68	1,73
Novembro	3	7,55	7,27	7,46	0,16
Dezembro	3	7,37	7,18	7,28	0,10
Valores anuais	41	7,88	4,70	7,26	0,46

Tabela D 2 - Estação de Tratamento de Esgotos Brazlândia (1) - pH

Mês	Nº de análises	Máximo (unidade)	Mínimo (unidade)	Médio (unidade)	Desvio padrão (unidade)
Janeiro	1	7,91	-	-	-
Fevereiro	2	8,26	8,16	8,21	0,07
Março	2	8,35	8,25	8,30	0,07
Abril	1	8,11	-	-	-
Maio	2	8,15	7,92	8,04	0,16
Junho	2	8,75	8,12	8,44	0,45
Julho	2	9,28	8,78	9,03	0,35
Agosto	2	9,33	9,18	9,26	0,11
Setembro	2	8,39	8,00	8,20	0,28
Outubro	2	8,90	8,20	8,55	0,50
Novembro	2	8,27	8,03	8,15	0,17
Dezembro	2	8,10	8,00	8,05	0,07
Valores anuais	23	9,33	7,92	8,42	0,16

Tabela D 3 - Estação de Tratamento de Esgotos Brazlândia (2) - pH

Mês	Nº de análises	Máximo (unidade)	Mínimo (unidade)	Médio (unidade)	Desvio padrão (unidade)
Janeiro	1	8,02	-	-	-
Fevereiro	2	8,33	8,30	8,32	0,02
Março	2	8,44	8,07	8,26	0,26
Abril	1	8,16	-	-	-
Maio	2	8,21	8,01	8,11	0,14
Junho	2	8,28	8,24	8,26	0,03
Julho	2	9,03	8,92	8,98	0,08
Agosto	2	8,93	8,90	8,92	0,02
Setembro	2	8,40	8,10	8,25	0,21
Outubro	2	8,60	8,37	8,49	0,16
Novembro	2	8,72	8,09	8,41	0,45
Dezembro	2	8,80	8,78	8,79	0,01
Valores anuais	22	9,03	8,01	8,48	0,14

Tabela D 4 - Estação de Tratamento de Esgotos Sul - pH

Mês	Nº de análises	Máximo (unidade)	Mínimo (unidade)	Médio (unidade)	Desvio padrão (unidade)
Janeiro	21	7,60	6,81	7,16	0,22
Fevereiro	17	7,80	6,81	7,25	0,28
Março	21	7,38	6,90	7,17	0,14
Abril	19	7,48	6,91	7,21	0,15
Mai	22	7,53	6,85	7,06	0,18
Junho	21	7,18	6,82	7,05	0,10
Julho	20	7,71	6,92	7,29	0,17
Agosto	23	7,68	7,11	7,11	0,17
Setembro	21	7,51	6,94	7,26	0,16
Outubro	19	7,62	6,77	7,08	0,22
Novembro	19	7,12	6,48	6,89	0,16
Dezembro	21	7,46	6,68	6,68	0,19
Valores anuais	244	7,80	6,48	7,10	0,05

Tabela D 5 - Estação de Tratamento de Esgotos Norte - pH

Mês	Nº de análises	Máximo (unidade)	Mínimo (unidade)	Médio (unidade)	Desvio padrão (unidade)
Janeiro	21	7,27	5,65	6,71	0,48
Fevereiro	9	7,27	6,25	6,78	0,35
Março	21	7,33	6,30	6,97	0,27
Abril	19	7,40	6,82	7,11	0,17
Mai	-	-	-	-	-
Junho	21	7,38	6,51	6,97	0,22
Julho	20	7,21	6,63	6,98	0,16
Agosto	22	7,31	6,50	6,96	0,23
Setembro	21	7,49	6,49	7,04	0,29
Outubro	2	8,60	8,37	8,49	0,16
Novembro	2	8,72	8,09	8,41	0,45
Dezembro	2	8,80	8,78	8,79	0,01
Valores anuais	160	7,53	5,65	6,95	0,09

Tabela D 6 - Estação de Tratamento de Esgotos Torto - pH

Mês	Nº de análises	Máximo (unidade)	Mínimo (unidade)	Médio (unidade)	Desvio padrão (unidade)
Janeiro	3	7,70	7,30	7,46	0,21
Fevereiro	2	7,22	7,19	7,21	0,02
Março	5	7,42	6,87	7,13	0,20
Abril	3	7,05	6,88	6,97	0,09
Mai	4	7,47	7,12	7,29	0,17
Junho	4	7,39	7,24	7,30	0,07
Julho	4	7,76	6,97	7,34	0,34
Agosto	5	7,36	6,89	7,08	0,17
Setembro	3	7,44	6,98	7,28	0,26
Outubro	3	7,53	7,19	7,33	0,18
Novembro	2	7,40	7,38	7,39	0,01
Dezembro	2	7,26	7,15	7,21	0,08
Valores anuais	40	7,76	6,87	7,25	0,10

Tabela D 7 - Estação de Tratamento de Esgotos Samambaia (1) - pH

Mês	Nº de análises	Máximo (unidade)	Mínimo (unidade)	Médio (unidade)	Desvio padrão (unidade)
Janeiro	6	9,33	8,23	8,97	0,43
Fevereiro	7	9,52	8,93	9,12	0,21
Março	9	9,15	8,44	8,71	0,21
Abril	8	9,01	8,22	8,63	0,25
Maio	9	9,07	8,16	8,65	0,23
Junho	8	8,78	8,45	8,57	0,12
Julho	8	8,56	8,36	8,45	0,08
Agosto	9	8,26	7,78	8,12	0,16
Setembro	8	9,02	7,65	8,39	0,45
Outubro	7	9,14	8,38	8,65	0,26
Novembro	7	9,13	8,10	8,45	0,35
Dezembro	7	9,00	8,31	8,75	0,24
Valores anuais	93	9,52	7,65	8,62	0,11

Tabela D 8 - Estação de Tratamento de Esgotos Samambaia (2) - pH

Mês	Nº de análises	Máximo (unidade)	Mínimo (unidade)	Médio (unidade)	Desvio padrão (unidade)
Janeiro	6	9,31	7,96	8,86	0,52
Fevereiro	7	10,21	9,32	9,77	0,33
Março	9	9,64	7,45	8,47	0,64
Abril	8	9,58	7,52	8,53	0,73
Maio	9	8,84	7,61	8,14	0,48
Junho	8	9,54	7,52	8,72	0,67
Julho	8	8,99	8,14	8,51	0,37
Agosto	9	9,13	7,92	8,50	0,49
Setembro	8	9,13	7,96	8,62	0,35
Outubro	7	9,59	8,34	8,73	0,42
Novembro	7	8,96	8,29	8,62	0,26
Dezembro	7	9,02	8,48	8,73	0,18
Valores anuais	93	10,21	7,45	8,68	0,17

Tabela D 9 - Estação de Tratamento de Esgotos Paranoá - pH

Mês	Nº de análises	Máximo (unidade)	Mínimo (unidade)	Médio (unidade)	Desvio padrão (unidade)
Janeiro	-	-	-	-	-
Fevereiro	9	8,69	7,45	8,01	0,42
Março	7	7,99	7,66	7,81	0,13
Abril	4	7,92	7,65	7,74	0,12
Maio	-	-	-	-	-
Junho	-	-	-	-	-
Julho	-	-	-	-	-
Agosto	-	-	-	-	-
Setembro	-	-	-	-	-
Outubro	-	-	-	-	-
Novembro	-	-	-	-	-
Dezembro	-	-	-	-	-
Valores anuais	20	8,69	7,45	7,85	0,17

Tabela D 10 - Estação de Tratamento de Esgotos Riacho Fundo (2) - pH

Mês	Nº de análises	Máximo (unidade)	Mínimo (unidade)	Médio (unidade)	Desvio padrão (unidade)
Janeiro	21	8,22	7,33	7,78	0,22
Fevereiro	18	7,81	7,18	7,48	0,17
Março	1	7,61	-	-	-
Abril	13	7,87	6,51	7,48	0,34
Maio	9	7,96	7,19	7,54	0,21
Junho	-	-	-	-	-
Julho	-	-	-	-	-
Agosto	-	-	-	-	-
Setembro	-	-	-	-	-
Outubro	2	9,70	7,94	8,82	1,25
Novembro	1	9,64	-	-	-
Dezembro	-	-	-	-	-
Valores anuais	65	9,70	6,51	7,82	0,46

Tabela D 11 - Estação de Tratamento de Esgotos Riacho Fundo (3) - pH

Mês	Nº de análises	Máximo (unidade)	Mínimo (unidade)	Médio (unidade)	Desvio padrão (unidade)
Janeiro	20	7,79	7,29	7,53	0,13
Fevereiro	18	7,71	7,21	7,44	0,15
Março	22	7,76	6,84	7,42	0,20
Abril	3	7,67	7,50	7,60	0,09
Maio	13	7,76	7,18	7,45	0,17
Junho	20	7,61	5,25	7,18	0,52
Julho	10	7,62	6,33	7,15	0,45
Agosto	23	7,41	6,84	7,22	0,14
Setembro	21	7,50	5,08	6,57	0,71
Outubro	20	6,72	4,11	5,67	0,85
Novembro	19	7,04	6,19	6,73	0,23
Dezembro	-	-	-	-	-
Valores anuais	189	7,79	4,11	7,09	0,26

Tabela D 12 - Estação de Tratamento de Esgotos Planaltina (1) - pH

Mês	Nº de análises	Máximo (unidade)	Mínimo (unidade)	Médio (unidade)	Desvio padrão (unidade)
Janeiro	-	-	-	-	-
Fevereiro	4	9,67	8,60	9,20	0,55
Março	4	11,28	10,24	10,79	0,44
Abril	4	11,09	10,31	10,71	0,39
Maio	4	10,12	7,67	9,27	1,09
Junho	4	10,19	8,42	9,36	0,83
Julho	5	10,19	9,25	9,55	0,38
Agosto	4	9,08	7,82	8,62	0,55
Setembro	4	8,74	7,70	8,04	0,49
Outubro	4	10,75	8,09	9,73	1,22
Novembro	4	10,43	9,67	10,09	0,35
Dezembro	3	9,47	7,77	8,90	0,98
Valores anuais	44	11,28	7,67	9,48	0,31

Tabela D 13 - Estação de Tratamento de Esgotos Planaltina (2) - pH

Mês	Nº de análises	Máximo (unidade)	Mínimo (unidade)	Médio (unidade)	Desvio padrão (unidade)
Janeiro	-	-	-	-	-
Fevereiro	-	-	-	-	-
Março	-	-	-	-	-
Abril	-	-	-	-	-
Maio	-	-	-	-	-
Junho	4	9,00	7,80	8,28	0,54
Julho	5	9,42	8,58	9,06	0,36
Agosto	4	8,90	7,63	8,48	0,58
Setembro	4	8,38	7,53	7,94	0,42
Outubro	4	10,43	7,91	8,67	1,19
Novembro	4	8,01	7,52	7,80	0,20
Dezembro	3	9,06	7,80	8,41	0,63
Valores anuais	28	10,43	7,52	8,38	0,31

Tabela D 14 - Estação de Tratamento de Esgotos Recanto das Emas - pH

Mês	Nº de análises	Máximo (unidade)	Mínimo (unidade)	Médio (unidade)	Desvio padrão (unidade)
Janeiro	-	-	-	-	-
Fevereiro	-	-	-	-	-
Março	-	-	-	-	-
Abril	-	-	-	-	-
Maio	-	-	-	-	-
Junho	-	-	-	-	-
Julho	-	-	-	-	-
Agosto	-	-	-	-	-
Setembro	-	-	-	-	-
Outubro	-	-	-	-	-
Novembro	9	8,10	7,95	8,02	0,07
Dezembro	8	8,00	8,15	8,20	0,04
Valores anuais	17	8,26	7,95	8,11	0,02

Tabela D 15 - Estação de Tratamento de Esgotos São Sebastião (1) - pH

Mês	Nº de análises	Máximo (unidade)	Mínimo (unidade)	Médio (unidade)	Desvio padrão (unidade)
Janeiro	-	-	-	-	-
Fevereiro	-	-	-	-	-
Março	-	-	-	-	-
Abril	-	-	-	-	-
Maio	-	-	-	-	-
Junho	-	-	-	-	-
Julho	4	8,45	8,30	8,39	0,06
Agosto	4	8,53	7,98	8,28	0,23
Setembro	4	8,72	8,12	8,34	0,26
Outubro	4	9,36	8,71	7,55	0,30
Novembro	4	9,43	8,07	8,74	0,68
Dezembro	2	8,74	7,98	8,36	0,54
Valores anuais	22	9,43	7,98	8,28	0,23

Tabela D 16 - Estação de Tratamento de Esgotos São Sebastião (2) - pH

Mês	Nº de análises	Máximo (unidade)	Mínimo (unidade)	Médio (unidade)	Desvio padrão (unidade)
Janeiro	-	-	-	-	-
Fevereiro	-	-	-	-	-
Março	-	-	-	-	-
Abril	-	-	-	-	-
Maio	-	-	-	-	-
Junho	-	-	-	-	-
Julho	-	-	-	-	-
Agosto	-	-	-	-	-
Setembro	-	-	-	-	-
Outubro	-	-	-	-	-
Novembro	3	10,76	9,67	10,12	0,57
Dezembro	2	10,12	9,97	10,05	0,11
Valores anuais	5	10,76	9,67	10,09	0,33

Tabela D 17 - Estação de Tratamento de Esgotos Vale do Amanhecer - pH

Mês	Nº de análises	Máximo (unidade)	Mínimo (unidade)	Médio (unidade)	Desvio padrão (unidade)
Janeiro	-	-	-	-	-
Fevereiro	-	-	-	-	-
Março	-	-	-	-	-
Abril	-	-	-	-	-
Maio	-	-	-	-	-
Junho	4	7,09	6,23	6,76	0,40
Julho	5	7,03	6,48	6,74	0,21
Agosto	4	6,55	5,72	6,03	0,37
Setembro	4	7,11	6,33	6,80	0,37
Outubro	4	7,09	0,82	5,96	3,61
Novembro	4	7,17	6,60	6,89	0,23
Dezembro	2	7,42	7,30	7,36	0,08
Valores anuais	27	7,42	0,82	6,65	1,26

Tabela D 18 - Estação de Tratamento de Esgotos Sobradinho - Alcalinidade

Mês	Nº de análises	Máximo (mg/l)	Mínimo (mg/l)	Médio (mg/l)	Desvio padrão (mg/l)
Janeiro	4	86,00	54,00	76,00	14,53
Fevereiro	2	86,50	49,00	67,75	26,52
Março	5	82,00	53,00	71,00	11,34
Abril	4	91,00	76,00	82,75	6,65
Maio	4	121,00	67,00	95,25	22,40
Junho	2	93,00	83,00	88,00	7,07
Julho	4	124,00	12,50	89,00	51,57
Agosto	4	133,00	101,00	112,00	14,31
Setembro	3	98,00	85,00	89,00	7,51
Outubro	3	105,00	2,10	65,03	55,12
Novembro	3	121,00	50,00	87,00	35,59
Dezembro	3	110,00	68,00	87,00	21,28
Valores anuais	41	133,00	2,10	84,15	16,70

Tabela D 19 - Estação de Tratamento de Esgotos Brazlândia (1) - Alcalinidade

Mês	Nº de análises	Máximo (mg/l)	Mínimo (mg/l)	Médio (mg/l)	Desvio padrão (mg/l)
Janeiro	1	185,00	-	-	-
Fevereiro	2	182,00	176,00	179,00	4,25
Março	2	159,00	158,00	158,50	0,71
Abril	1	186,00	-	-	-
Maio	2	234,00	191,00	212,50	30,41
Junho	2	235,00	227,00	231,00	5,66
Julho	2	223,00	210,00	216,50	9,19
Agosto	2	215,00	207,00	211,00	5,66
Setembro	2	229,00	219,00	224,00	7,07
Outubro	2	199,00	186,00	192,50	9,19
Novembro	2	172,00	152,00	162,00	14,14
Dezembro	2	158,00	147,00	152,50	7,78
Valores anuais	22	235,00	147,00	193,95	8,18

Tabela D 20 - Estação de Tratamento de Esgotos Brazlândia (2) - Alcalinidade

Mês	Nº de análises	Máximo (mg/l)	Mínimo (mg/l)	Médio (mg/l)	Desvio padrão (mg/l)
Janeiro	1	187,00	-	-	-
Fevereiro	2	187,00	176,00	181,5	7,78
Março	2	160,00	159,00	159,5	0,71
Abril	1	188,00	-	-	-
Maio	2	201,00	199,00	200,00	1,41
Junho	2	216,00	201,00	208,50	10,61
Julho	2	219,00	219,00	219,00	0,00
Agosto	2	249,00	226,00	237,50	16,26
Setembro	2	244,00	229,00	236,50	10,61
Outubro	2	200,00	132,00	166,00	48,08
Novembro	2	179,00	145,00	162,00	24,04
Dezembro	2	126,00	117,00	121,50	6,36
Valores anuais	22	249,00	117,00	189,20	14,53

Tabela D 21 - Estação de Tratamento de Esgotos Sul - Alcalinidade

Mês	Nº de análises	Máximo (mg/l)	Mínimo (mg/l)	Médio (mg/l)	Desvio padrão (mg/l)
Janeiro	21	80,00	35,00	50,00	10,14
Fevereiro	17	87,00	32,00	32,00	14,67
Março	21	91,00	50,00	68,00	12,11
Abril	19	95,00	48,00	77,00	11,47
Maio	22	83,00	40,00	62,00	11,32
Junho	21	126,00	48,00	76,00	19,68
Julho	20	141,00	82,00	105,00	12,42
Agosto	23	121,00	87,00	102,00	10,60
Setembro	21	107,00	67,00	89,00	11,72
Outubro	15	58,00	28,00	42,00	23,17
Novembro	19	41,00	24,00	32,00	5,92
Dezembro	14	54,00	26,00	38,00	7,78
Valores anuais	233	141,00	24,00	64,42	4,75

Tabela D 22 - Estação de Tratamento de Esgotos Torto - Alcalinidade

Mês	Nº de análises	Máximo (mg/l)	Mínimo (mg/l)	Médio (mg/l)	Desvio padrão (mg/l)
Janeiro	3	352,00	291,00	314,00	33,15
Fevereiro	2	304,00	261,00	282,50	30,41
Março	5	290,00	232,00	267,80	24,11
Abril	3	323,00	268,00	300,00	28,58
Mai	4	321,00	278,00	303,00	19,30
Junho	4	336,00	269,00	303,00	24,12
Julho	4	363,00	283,00	330,00	33,78
Agosto	5	336,00	215,00	294,00	45,94
Setembro	3	304,00	290,00	296,00	7,21
Outubro	3	290,00	278,00	282,67	6,43
Novembro	2	250,00	207,00	229,00	30,41
Dezembro	2	283,00	227,00	255,00	39,59
Valores anuais	40	363,00	207,00	288,08	11,74

Tabela D 23 - Estação de Tratamento de Esgotos Samambaia (1) - Alcalinidade

Mês	Nº de análises	Máximo (mg/l)	Mínimo (mg/l)	Médio (mg/l)	Desvio padrão (mg/l)
Janeiro	6	126,00	106,00	114,00	8,16
Fevereiro	7	176,00	110,00	143,00	24,11
Março	9	200,00	89,00	158,00	34,34
Abril	8	147,00	84,00	118,00	25,55
Mai	9	166,00	118,00	142,00	13,56
Junho	8	209,00	151,00	182,00	22,97
Julho	8	213,00	150,00	182,00	22,05
Agosto	9	165,00	107,00	138,00	21,73
Setembro	8	165,00	84,00	128,00	32,95
Outubro	7	182,00	132,00	167,00	19,80
Novembro	7	162,00	98,00	112,00	23,32
Dezembro	7	130,00	92,00	108,00	14,33
Valores anuais	93	213,00	84,00	141,00	7,50

Tabela D 24 - Estação de Tratamento de Esgotos Samambaia (2) - Alcalinidade

Mês	Nº de análises	Máximo (mg/l)	Mínimo (mg/l)	Médio (mg/l)	Desvio padrão (mg/l)
Janeiro	6	268,00	53,00	104,00	81,38
Fevereiro	7	85,00	60,00	67,00	8,66
Março	9	9,64	7,45	8,47	0,64
Abril	8	132,00	42,00	73,00	36,93
Mai	9	60,00	39,00	48,00	8,24
Junho	8	67,00	41,00	52,00	9,09
Julho	8	78,00	59,00	68,00	6,65
Agosto	9	168,00	82,00	105,00	28,62
Setembro	8	222,00	137,00	184,00	26,85
Outubro	7	179,00	128,00	150,00	17,87
Novembro	7	176,00	144,00	162,00	9,69
Dezembro	7	159,00	123,00	143,00	12,66
Valores anuais	93	268,00	7,45	97,04	21,90

Tabela D 25 - Estação de Tratamento de Esgotos Riacho Fundo (2) - Alcalinidade

Mês	Nº de análises	Máximo (mg/l)	Mínimo (mg/l)	Médio (mg/l)	Desvio padrão (mg/l)
Janeiro	21	214,00	92,00	168,00	35,09
Fevereiro	18	114,00	74,00	88,00	12,17
Março	1	210,00	-	-	-
Abril	13	94,00	36,00	76,00	13,73
Maio	9	82,00	54,00	70,00	8,31
Junho	-	-	-	-	-
Julho	-	-	-	-	-
Agosto	-	-	-	-	-
Setembro	-	-	-	-	-
Outubro	2	37,00	9,80	23,40	19,23
Novembro	1	59,00	-	-	-
Dezembro	-	-	-	-	-
Valores anuais	65	214,00	9,80	85,08	10,77

Tabela D 26 - Estação de Tratamento de Esgotos Riacho Fundo (3) - Alcalinidade

Mês	Nº de análises	Máximo (mg/l)	Mínimo (mg/l)	Médio (mg/l)	Desvio padrão (mg/l)
Janeiro	20	116,00	66,00	87,00	14,49
Fevereiro	18	114,00	58,00	84,00	18,03
Março	22	106,00	50,00	74,00	14,88
Abril	3	70,00	62,00	67,00	4,62
Maio	13	89,00	54,00	68,00	11,06
Junho	20	80,00	16,00	52,00	19,54
Julho	10	55,00	19,00	44,00	13,80
Agosto	23	129,00	59,00	90,00	20,49
Setembro	21	116,00	6,00	40,00	35,48
Outubro	20	35,00	6,00	13,00	7,04
Novembro	19	63,00	10,00	30,00	14,15
Dezembro	-	-	-	-	-
Valores anuais	189	129,00	6,00	59,00	8,13

Tabela D 27 - Estação de Tratamento de Esgotos Planaltina (1) - Alcalinidade

Mês	Nº de análises	Máximo (mg/l)	Mínimo (mg/l)	Médio (mg/l)	Desvio padrão (mg/l)
Janeiro					
Fevereiro	4	187,00	62,00	105,33	70,77
Março	4	77,00	58,00	67,00	7,79
Abril	4	63,00	58,00	60,00	2,16
Maio	4	167,00	64,00	90,75	50,85
Junho	4	97,00	70,00	83,00	11,06
Julho	5	111,00	95,00	102,00	6,54
Agosto	4	152,00	81,00	122,50	29,94
Setembro	4	151,00	135,00	144,00	8,19
Outubro	4	128,00	99,00	114,48	11,92
Novembro	4	102,00	98,00	100,00	1,63
Dezembro	3	104,00	78,40	89,67	13,07
Valores anuais	44	187,00	58,00	98,07	22,23

Tabela D 28 - Estação de Tratamento de Esgotos Planaltina (2) - Alcalinidade

Mês	Nº de análises	Máximo (mg/l)	Mínimo (mg/l)	Médio (mg/l)	Desvio padrão (mg/l)
Janeiro	-	-	-	-	-
Fevereiro	-	-	-	-	-
Março	-	-	-	-	-
Abril	-	-	-	-	-
Maio	-	-	-	-	-
Junho	4	28,00	22,00	24,50	2,52
Julho	5	38,00	28,00	33,20	4,32
Agosto	4	582,00	41,00	190,50	261,88
Setembro	4	226,00	56,00	103,50	81,95
Outubro	4	123,00	82,30	97,88	17,96
Novembro	4	124,00	118,00	120,00	2,83
Dezembro	3	106,00	79,00	94,33	13,87
Valores anuais	28	582,00	22,00	94,84	95,42

Tabela D 29 - Estação de Tratamento de Esgotos Recanto das Emas - Alcalinidade

Mês	Nº de análises	Máximo (mg/l)	Mínimo (mg/l)	Médio (mg/l)	Desvio padrão (mg/l)
Janeiro	-	-	-	-	-
Fevereiro	-	-	-	-	-
Março	-	-	-	-	-
Abril	-	-	-	-	-
Maio	-	-	-	-	-
Junho	-	-	-	-	-
Julho	-	-	-	-	-
Agosto	-	-	-	-	-
Setembro	-	-	-	-	-
Outubro	-	-	-	-	-
Novembro	9	332,00	296,00	312,11	12,99
Dezembro	8	329,00	308,00	316,25	8,05
Valores anuais	17	332,00	296,00	314,18	3,50

Tabela D 30 - Estação de Tratamento de Esgotos São Sebastião (1) - Alcalinidade

Mês	Nº de análises	Máximo (mg/l)	Mínimo (mg/l)	Médio (mg/l)	Desvio padrão (mg/l)
Janeiro	-	-	-	-	-
Fevereiro	-	-	-	-	-
Março	-	-	-	-	-
Abril	-	-	-	-	-
Maio	-	-	-	-	-
Junho	-	-	-	-	-
Julho	4	301,00	161,00	218,00	66,88
Agosto	4	294,00	269,00	287,00	12,08
Setembro	4	323,00	284,00	303,50	16,18
Outubro	4	316,00	238,00	271,88	32,93
Novembro	4	227,00	117,00	171,25	49,51
Dezembro	2	123,00	86,00	104,50	26,16
Valores anuais	22	323,00	86,00	226,02	20,89

Tabela D 31 - Estação de Tratamento de Esgotos São Sebastião (2) - Alcalinidade

Mês	Nº de análises	Máximo (mg/l)	Mínimo (mg/l)	Médio (mg/l)	Desvio padrão (mg/l)
Janeiro	-	-	-	-	-
Fevereiro	-	-	-	-	-
Março	-	-	-	-	-
Abril	-	-	-	-	-
Maio	-	-	-	-	-
Junho	-	-	-	-	-
Julho	-	-	-	-	-
Agosto	-	-	-	-	-
Setembro	-	-	-	-	-
Outubro	-	-	-	-	-
Novembro	3	138,00	105,00	119,67	16,80
Dezembro	2	87,00	83,00	85,00	2,83
Valores anuais	5	138,00	83,00	102,34	9,88

Tabela D 32 - Estação de Tratamento de Esgotos Vale do Amanhecer - Alcalinidade

Mês	Nº de análises	Máximo (mg/l)	Mínimo (mg/l)	Médio (mg/l)	Desvio padrão (mg/l)
Janeiro	-	-	-	-	-
Fevereiro	-	-	-	-	-
Março	-	-	-	-	-
Abril	-	-	-	-	-
Maio	-	-	-	-	-
Junho	4	14,00	12,00	13,00	1,00
Julho	5	32,00	8,00	19,60	9,71
Agosto	4	16,00	6,00	10,00	4,32
Setembro	4	33,00	13,60	23,45	8,45
Outubro	4	292,80	23,90	113,90	154,97
Novembro	4	45,00	12,70	22,30	15,24
Dezembro	2	38,40	34,90	37,00	2,47
Valores anuais	27	292,80	6,00	34,18	56,18

Tabela D 33 - Estação de Tratamento de Esgotos Sobradinho - DBO

Mês	Nº de análises	Máximo (mg/l)	Mínimo (mg/l)	Médio (mg/l)	Desvio padrão (mg/l)
Janeiro	4	22,00	6,00	15,50	6,81
Fevereiro	2	25,00	25,00	25,00	0,00
Março	5	36,40	12,00	19,46	9,97
Abril	4	38,60	27,00	33,40	4,84
Maio	4	40,30	26,00	34,90	6,31
Junho	2	41,70	31,20	36,45	7,42
Julho	3	51,40	48,50	50,33	1,59
Agosto	4	50,20	36,50	45,15	6,22
Setembro	3	42,20	21,30	32,17	10,48
Outubro	2	41,00	33,00	37,00	5,66
Novembro	1	31,00	-	-	-
Dezembro	1	19,00	-	-	-
Valores anuais	34	51,40	6,00	32,94	3,26

Tabela D 34 - Estação de Tratamento de Esgotos Brazlândia (2) - DBO

Mês	Nº de análises	Máximo (mg/l)	Mínimo (mg/l)	Médio (mg/l)	Desvio padrão (mg/l)
Janeiro	-	-	-	-	-
Fevereiro	-	-	-	-	-
Março	-	-	-	-	-
Abril	-	-	-	-	-
Maio	-	-	-	-	-
Junho	-	-	-	-	-
Julho	1	45,00	-	-	-
Agosto	1	49,00	-	-	-
Setembro	-	-	-	-	-
Outubro	1	63,00	-	-	-
Novembro	1	64,00	-	-	-
Dezembro	-	-	-	-	-
Valores anuais	4	64,00*	45,00*	55,25*	9,67*

* Os valores referem-se às quatro medidas realizadas durante o ano de 1999.

Tabela D 35 - Estação de Tratamento de Esgotos Sul - DBO

Mês	Nº de análises	Máximo (mg/l)	Mínimo (mg/l)	Médio (mg/l)	Desvio padrão (mg/l)
Janeiro	3	6,00	3,00	4,70	1,53
Fevereiro	3	14,00	4,00	7,70	5,51
Março	1	10,00	-	-	-
Abril	4	8,00	1,00	4,00	3,16
Maio	4	10,00	6,00	7,50	1,73
Junho	5	18,00	4,00	8,00	5,70
Julho	7	9,00	4,00	6,10	1,68
Agosto	4	8,00	3,00	5,00	2,16
Setembro	3	11,00	6,00	7,70	2,89
Outubro	3	6,00	2,00	4,30	2,08
Novembro	3	3,00	2,00	2,70	0,58
Dezembro	2	3,00	2,00	2,50	0,71
Valores anuais	42	18,00	1,00	5,47	1,71

Tabela D 36 - Estação de Tratamento de Esgotos Norte - DBO

Mês	Nº de análises	Máximo (mg/l)	Mínimo (mg/l)	Médio (mg/l)	Desvio padrão (mg/l)
Janeiro	4	6,00	2,00	4,00	2,06
Fevereiro	1	12,00	-	-	-
Março	1	7,00	-	-	-
Abril	4	22,00	3,00	11,25	8,88
Maio	3	7,00	3,00	5,00	2,00
Junho	-	-	-	-	-
Julho	4	10,00	3,00	6,30	3,77
Agosto	4	7,00	3,00	5,00	1,63
Setembro	2	13,00	1,00	7,00	8,49
Outubro	4	5,00	2,00	4,00	1,40
Novembro	4	9,00	3,00	4,50	3,00
Dezembro	2	11,00	6,00	8,50	3,50
Valores anuais	33	22,00	1,00	6,17	2,86

Tabela D 37 - Estação de Tratamento de Esgotos Torto - DBO

Mês	Nº de análises	Máximo (mg/l)	Mínimo (mg/l)	Médio (mg/l)	Desvio padrão (mg/l)
Janeiro	3	47,00	20,00	32,67	13,58
Fevereiro	1	37,00	-	-	-
Março	5	31,00	14,10	25,42	6,98
Abril	3	26,00	21,50	23,30	2,70
Mai	4	29,00	20,00	23,68	4,45
Junho	4	42,00	23,80	29,84	7,24
Julho	4	29,00	19,10	23,00	4,20
Agosto	5	46,00	20,10	33,40	10,94
Setembro	3	36,00	22,90	29,30	6,56
Outubro	3	37,00	30,10	33,60	4,88
Novembro	1	21,00	-	-	-
Dezembro	1	28,00	-	-	-
Valores anuais	37	47,00	14,10	28,25	3,47

Tabela D 38 - Estação de Tratamento de Esgotos Buriti - DBO

Mês	Nº de análises	Máximo (mg/l)	Mínimo (mg/l)	Médio (mg/l)	Desvio padrão (mg/l)
Janeiro	2	96,00	82,00	89,00	9,90
Fevereiro	2	112,00	88,00	100,00	16,97
Março	3	80,00	20,00	53,00	30,55
Abril	4	120,00	100,00	110,00	8,17
Mai	4	90,00	80,00	88,00	5,00
Junho	1	80,00	-	-	-
Julho	1	90,00	-	-	-
Agosto	2	260,00	120,00	190,00	98,99
Setembro	1	350,00	-	-	-
Outubro	2	100,00	80,00	90,00	14,14
Novembro	2	80,00	60,00	70,00	14,14
Dezembro	2	80,00	60,00	70,00	14,14
Valores anuais	26	350,00	20,00	95,54	29,19

Tabela D 39 - Estação de Tratamento de Esgotos Samambaia (1) - DBO

Mês	Nº de análises	Máximo (mg/l)	Mínimo (mg/l)	Médio (mg/l)	Desvio padrão (mg/l)
Janeiro	3	43,00	22,60	34,90	10,81
Fevereiro	2	14,00	11,00	12,50	2,12
Março	1	12,00	-	-	-
Abril	3	29,00	18,00	24,30	5,68
Mai	-	-	-	-	-
Junho	2	100,00	33,00	66,50	47,38
Julho	2	92,00	38,00	65,00	38,18
Agosto	-	-	-	-	-
Setembro	-	-	-	-	-
Outubro	1	24,00	-	-	-
Novembro	3	45,00	40,00	42,30	2,52
Dezembro	3	44,00	42,00	42,70	1,15
Valores anuais	20	100,00	11,00	41,17	19,16

Tabela D 40 - Estação de Tratamento de Esgotos Samambaia (2) - DBO

Mês	Nº de análises	Máximo (mg/l)	Mínimo (mg/l)	Médio (mg/l)	Desvio padrão (mg/l)
Janeiro	3	53,00	34,00	42,00	9,85
Fevereiro	2	14,00	11,00	12,50	2,12
Março	1	32,00	-	-	-
Abril	3	40,00	34,00	37,00	3,00
Maio	-	-	-	-	-
Junho	3	90,00	32,00	60,30	29,02
Julho	3	86,00	27,00	49,00	32,47
Agosto	-	-	-	-	-
Setembro	-	-	-	-	-
Outubro	-	-	-	-	-
Novembro	-	-	-	-	-
Dezembro	1	44,00	-	-	-
Valores anuais	16	90,00	11,00	40,16	14,47

Tabela D 41 - Estação de Tratamento de Esgotos Paranoá - DBO

Mês	Nº de análises	Máximo (mg/l)	Mínimo (mg/l)	Médio (mg/l)	Desvio padrão (mg/l)
Janeiro	-	-	-	-	-
Fevereiro	1	119,00	-	-	-
Março	2	160,00	80,00	120,00	56,57
Abril	2	210,00	200,00	205,00	7,07
Maio	4	200,00	90,00	140,00	46,90
Junho	2	160,00	140,00	150,00	14,14
Julho	4	66,50	42,10	53,38	11,40
Agosto	2	200,00	170,00	185,00	21,21
Setembro	2	290,00	170,00	230,00	84,85
Outubro	2	240,00	180,00	210,00	42,43
Novembro	1	150,00	-	-	-
Dezembro	2	160,00	70,00	115,00	63,64
Valores anuais	24	290,00	42,10	156,49	26,94

Tabela D 42 - Estação de Tratamento de Esgotos Riacho Fundo (2) - DBO

Mês	Nº de análises	Máximo (mg/l)	Mínimo (mg/l)	Médio (mg/l)	Desvio padrão (mg/l)
Janeiro	7	58,00	7,00	32,90	19,64
Fevereiro	3	78,00	24,00	44,70	29,14
Março	-	-	-	-	-
Abril	3	108,00	26,00	54,70	46,23
Maio	1	24,00	-	-	-
Junho	-	-	-	-	-
Julho	-	-	-	-	-
Agosto	-	-	-	-	-
Setembro	-	-	-	-	-
Outubro	-	-	-	-	-
Novembro	-	-	-	-	-
Dezembro	-	-	-	-	-
Valores anuais	14	108,00	7,00	44,10	13,47

Tabela D 43 - Estação de Tratamento de Esgotos Riacho Fundo (3) - DBO

Mês	Nº de análises	Máximo (mg/l)	Mínimo (mg/l)	Médio (mg/l)	Desvio padrão (mg/l)
Janeiro	7	16,00	2,00	9,90	5,70
Fevereiro	3	39,00	17,00	26,30	11,37
Março	4	29,00	8,00	16,50	9,11
Abril	-	-	-	-	-
Maio	3	44,00	16,00	29,30	14,05
Junho	4	27,00	13,00	21,00	6,68
Julho	2	29,00	11,00	20,00	12,73
Agosto	4	45,00	20,00	30,80	11,50
Setembro	4	13,00	3,00	9,30	4,50
Outubro	4	16,00	5,00	9,00	4,97
Novembro	4	15,00	11,00	13,50	1,73
Dezembro	-	-	-	-	-
Valores anuais	39	45,00	2,00	18,56	4,10

Tabela D 44 - Estação de Tratamento de Esgotos Alagado - DBO

Mês	Nº de análises	Máximo (mg/l)	Mínimo (mg/l)	Médio (mg/l)	Desvio padrão (mg/l)
Janeiro	4	116,00	325,00	68,50	47,12
Fevereiro	3	54,00	237,00	34,00	17,32
Março	-	-	-	-	-
Abril	2	176,00	293,00	113,00	89,10
Maio	-	-	-	-	-
Junho	4	245,00	64,00	131,75	79,14
Julho	4	42,00	38,00	39,75	2,06
Agosto	4	45,00	17,00	35,50	12,66
Setembro	4	48,00	48,00	45,25	2,99
Outubro	4	48,00	42,00	45,50	2,65
Novembro	4	47,00	46,00	46,50	0,58
Dezembro	3	46,00	44,00	45,33	1,15
Valores anuais	36	245,00	17,00	60,51	34,01

Tabela D 45 - Estação de Tratamento de Esgotos Planaltina (1) - DBO

Mês	Nº de análises	Máximo (mg/l)	Mínimo (mg/l)	Médio (mg/l)	Desvio padrão (mg/l)
Janeiro	2	60,00	60,00	60,00	-
Fevereiro	2	143,00	40,00	91,50	72,83
Março	3	73,00	48,00	57,00	13,89
Abril	4	95,00	50,00	76,25	18,87
Maio	3	92,00	76,00	85,67	8,50
Junho	3	60,00	40,00	50,00	10,00
Julho	2	50,00	40,00	45,00	7,07
Agosto	1	80,00	-	-	-
Setembro	1	160,00	-	-	-
Outubro	2	40,00	40,00	40,00	0,00
Novembro	2	50,00	30,00	40,00	14,14
Dezembro	2	40,00	10,00	25,00	92,39
Valores anuais	27	160,00	10,00	57,04	32,66

Tabela D 46 - Estação de Tratamento de Esgotos Planaltina (2) - DBO

Mês	Nº de análises	Máximo (mg/l)	Mínimo (mg/l)	Médio (mg/l)	Desvio padrão (mg/l)
Janeiro	-	-	-	-	-
Fevereiro	-	-	-	-	-
Março	-	-	-	-	-
Abril	-	-	-	-	-
Maio	-	-	-	-	-
Junho	3	7,20	1,20	3,90	3,04
Julho	1	4,00	-	-	-
Agosto	1	15,00	-	-	-
Setembro	1	35,00	-	-	-
Outubro	2	30,00	25,00	27,50	3,54
Novembro	2	100,00	50,00	75,00	35,36
Dezembro	2	60,00	50,00	55,00	7,07
Valores anuais	12	100,00	1,20	40,35	15,51

Tabela D 47 - Estação de Tratamento de Esgotos Recanto das Emas - DBO

Mês	Nº de análises	Máximo (mg/l)	Mínimo (mg/l)	Médio (mg/l)	Desvio padrão (mg/l)
Janeiro	-	-	-	-	-
Fevereiro	-	-	-	-	-
Março	-	-	-	-	-
Abril	-	-	-	-	-
Maio	-	-	-	-	-
Junho	-	-	-	-	-
Julho	-	-	-	-	-
Agosto	-	-	-	-	-
Setembro	-	-	-	-	-
Outubro	-	-	-	-	-
Novembro	3	40,00	12,00	25,00	14,19
Dezembro	2	50,00	31,00	40,50	13,44
Valores anuais	5	50,00	12,00	32,75	0,53

Tabela D 48 - Estação de Tratamento de Esgotos São Sebastião (1) - DBO

Mês	Nº de análises	Máximo (mg/l)	Mínimo (mg/l)	Médio (mg/l)	Desvio padrão (mg/l)
Janeiro	-	-	-	-	-
Fevereiro	-	-	-	-	-
Março	-	-	-	-	-
Abril	-	-	-	-	-
Maio	-	-	-	-	-
Junho	-	-	-	-	-
Julho	3	80,00	20,00	43,33	32,15
Agosto	3	35,00	15,00	27,33	10,79
Setembro	4	75,00	25,00	52,00	21,12
Outubro	4	50,00	20,00	35,00	12,91
Novembro	2	155,00	55,00	105,00	70,71
Dezembro	-	-	-	-	-
Valores anuais	16	155,00	15,00	52,53	24,50

Tabela D 49 - Estação de Tratamento de Esgotos São Sebastião (2) - DBO

Mês	Nº de análises	Máximo (mg/l)	Mínimo (mg/l)	Médio (mg/l)	Desvio padrão (mg/l)
Janeiro	-	-	-	-	-
Fevereiro	-	-	-	-	-
Março	-	-	-	-	-
Abril	-	-	-	-	-
Maio	-	-	-	-	-
Junho	-	-	-	-	-
Julho	-	-	-	-	-
Agosto	-	-	-	-	-
Setembro	-	-	-	-	-
Outubro	-	-	-	-	-
Novembro	2	30,00	10,00	20,00	14,14
Dezembro	1	15,00	-	-	-
Valores anuais	3	30,00	15,00	22,50	10,61

Tabela D 50 - Estação de Tratamento de Esgotos Vale do Amanhecer - DBO

Mês	Nº de análises	Máximo (mg/l)	Mínimo (mg/l)	Médio (mg/l)	Desvio padrão (mg/l)
Janeiro	-	-	-	-	-
Fevereiro	-	-	-	-	-
Março	-	-	-	-	-
Abril	-	-	-	-	-
Maio	-	-	-	-	-
Junho	2	23,00	19,00	21,00	2,83
Julho	2	44,00	30,00	37,00	9,90
Agosto	1	38,10	-	-	-
Setembro	1	32,30	-	-	-
Outubro	1	43,00	-	-	-
Novembro	2	23,00	23,00	23,00	0,00
Dezembro	1	39,00	-	-	-
Valores anuais	10	44,00	19,00	27,00	5,10

Tabela D 51 - Estação de Tratamento de Esgotos Sobradinho - SS

Mês	Nº de análises	Máximo (mg/l)	Mínimo (mg/l)	Médio (mg/l)	Desvio padrão (mg/l)
Janeiro	4	45,00	8,00	20,75	16,58
Fevereiro	2	26,00	21,00	23,50	3,54
Março	5	29,00	9,00	16,40	8,41
Abril	4	34,00	18,00	27,50	7,19
Maio	4	26,00	15,00	20,00	4,55
Junho	2	40,00	17,00	28,50	16,26
Julho	4	46,00	22,00	33,00	10,39
Agosto	4	43,00	15,00	28,75	11,79
Setembro	3	22,00	19,00	20,67	1,53
Outubro	3	33,00	18,00	25,33	7,51
Novembro	3	30,00	18,00	23,67	6,03
Dezembro	3	22,80	10,40	16,40	6,21
Valores anuais	41	46,00	8,00	23,71	4,70

Tabela D 52 - Estação de Tratamento de Esgotos Brazlândia (1) - SS

Mês	Nº de análises	Máximo (mg/l)	Mínimo (mg/l)	Médio (mg/l)	Desvio padrão (mg/l)
Janeiro	1	49,00	-	-	-
Fevereiro	2	102,00	78,00	90,00	16,97
Março	2	125,00	96,00	110,50	20,51
Abril	1	120,00	-	-	-
Mai	2	138,00	100,00	119,00	26,87
Junho	2	186,00	109,00	147,50	54,45
Julho	2	232,00	222,00	227,00	7,07
Agosto	2	234,00	223,00	228,50	7,78
Setembro	2	200,00	187,00	193,50	9,19
Outubro	2	200,00	142,00	171,00	41,01
Novembro	2	178,00	114,00	146,00	45,26
Dezembro	2	101,00	96,00	98,50	3,54
Valores anuais	22	234,00	78,00	153,15	18,01

Tabela D 53 - Estação de Tratamento de Esgotos Brazlândia (2) - SS

Mês	Nº de análises	Máximo (mg/l)	Mínimo (mg/l)	Médio (mg/l)	Desvio padrão (mg/l)
Janeiro	1	70,00	-	-	-
Fevereiro	2	146,00	122,00	134,00	16,97
Março	2	142,00	98,00	120,00	31,11
Abril	1	92,00	-	-	-
Mai	2	140,00	100,00	120,00	28,28
Junho	2	200,00	130,00	165,00	49,50
Julho	2	180,00	146,00	163,00	24,04
Agosto	2	237,00	158,00	197,50	55,86
Setembro	2	148,00	103,00	125,50	31,82
Outubro	2	180,00	130,00	155,00	35,36
Novembro	2	162,00	160,00	161,00	1,41
Dezembro	2	200,00	184,00	192,00	11,31
Valores anuais	22	237,00	98,00	153,30	16,45

Tabela D 54 - Estação de Tratamento de Esgotos Brasília Sul - SS

Mês	Nº de análises	Máximo (mg/l)	Mínimo (mg/l)	Médio (mg/l)	Desvio padrão (mg/l)
Janeiro	21	18,00	4,00	10,38	4,17
Fevereiro	17	14,00	4,00	7,29	2,66
Março	21	27,00	5,00	12,57	5,71
Abril	19	95,00	5,00	15,89	19,57
Mai	22	17,00	6,00	9,29	3,39
Junho	21	15,00	5,00	9,00	2,79
Julho	20	18,00	5,00	9,40	3,63
Agosto	23	15,00	3,00	8,96	3,71
Setembro	21	20,00	4,00	9,29	3,80
Outubro	19	18,00	6,00	10,63	3,67
Novembro	19	19,00	3,00	8,32	4,45
Dezembro	21	10,00	4,00	6,81	2,25
Valores anuais	244	95,00	3,00	9,82	4,68

Tabela D 55 - Estação de Tratamento de Esgotos Brasília Norte - SS

Mês	Nº de análises	Máximo (mg/l)	Mínimo (mg/l)	Médio (mg/l)	Desvio padrão (mg/l)
Janeiro	21	14,00	3,00	8,30	2,82
Fevereiro	9	13,00	6,00	9,22	2,59
Março	22	13,00	3,00	6,23	2,56
Abril	19	40,00	3,00	7,89	8,18
Maio	20	9,00	2,00	4,68	1,96
Junho	21	7,00	2,00	4,10	1,70
Julho	21	9,00	3,00	5,60	1,96
Agosto	22	10,00	2,00	5,90	2,09
Setembro	21	12,00	2,00	6,10	2,56
Outubro	18	10,40	4,00	4,00	1,55
Novembro	19	15,00	2,80	6,07	3,17
Dezembro	19	17,60	3,20	8,15	3,27
Valores anuais	232	40,00	2,00	6,35	1,76

Tabela D 56 - Estação de Tratamento de Esgotos Torto - SS

Mês	N.º de análises	Máximo (mg/l)	Mínimo (mg/l)	Médio (mg/l)	Desvio padrão (mg/l)
Janeiro	3	13,00	7,00	9,33	3,21
Fevereiro	2	25,00	8,00	16,50	12,02
Março	5	44,00	14,00	27,80	10,83
Abril	3	26,00	11,00	19,70	7,77
Maio	4	34,00	14,00	22,80	8,38
Junho	4	36,00	13,00	19,20	9,68
Julho	4	19,00	9,00	15,00	4,90
Agosto	5	34,00	18,00	27,80	7,29
Setembro	3	16,00	13,00	14,33	1,53
Outubro	3	24,00	10,00	18,00	7,21
Novembro	2	10,00	7,30	8,65	1,91
Dezembro	2	6,80	2,00	4,40	3,39
Valores anuais	40	44,00	2,00	17,71	3,50

Tabela D 57 - Estação de Tratamento de Esgotos Buriti - SS

Mês	Nº de análises	Máximo (mg/l)	Mínimo (mg/l)	Médio (mg/l)	Desvio padrão (mg/l)
Janeiro	4	44,00	16,00	26,00	12,44
Fevereiro	4	38,00	20,00	29,50	7,55
Março	4	64,00	20,00	34,50	20,36
Abril	4	46,00	20,00	29,50	11,82
Maio	4	40,00	32,00	35,50	4,12
Junho	4	64,00	16,00	36,40	17,34
Julho	3	40,00	24,00	33,33	8,33
Agosto	4	34,00	26,00	31,25	3,77
Setembro	3	40,00	34,00	36,67	3,06
Outubro	4	68,00	26,00	41,25	19,65
Novembro	3	24,00	6,00	17,33	9,87
Dezembro	3	24,00	6,00	17,33	9,87
Valores anuais	44	68,00	6,00	30,71	5,94

Tabela D 58 - Estação de Tratamento de Esgotos Samambaia (1) - SS

Mês	Nº de análises	Máximo (mg/l)	Mínimo (mg/l)	Médio (mg/l)	Desvio padrão (mg/l)
Janeiro	6	120,00	100,00	109,33	9,77
Fevereiro	7	100,00	78,00	89,43	9,00
Março	9	34,00	19,00	27,89	5,21
Abril	8	122,00	98,00	107,00	11,36
Maio	9	128,00	92,00	112,89	11,27
Junho	8	120,00	96,00	104,50	8,40
Julho	8	120,00	98,00	108,38	7,25
Agosto	9	187,00	127,00	143,00	18,11
Setembro	8	147,00	102,00	125,25	16,02
Outubro	7	128,00	86,00	105,43	15,39
Novembro	7	136,00	86,00	116,64	18,38
Dezembro	7	117,00	88,00	99,86	9,42
Valores anuais	93	187,00	19,00	104,13	4,34

Tabela D 59 - Estação de Tratamento de Esgotos Samambaia (2) - SS

Mês	Nº de análises	Máximo (mg/l)	Mínimo (mg/l)	Médio (mg/l)	Desvio padrão (mg/l)
Janeiro	6	164,00	106,00	123,83	22,27
Fevereiro	7	122,00	88,00	101,14	13,75
Março	9	96,00	68,00	80,22	9,19
Abril	8	186,00	76,00	126,00	33,24
Maio	9	102,00	39,00	70,00	19,88
Junho	8	130,00	58,00	87,38	22,05
Julho	8	178,00	76,00	130,38	40,64
Agosto	9	102,00	44,00	83,89	21,32
Setembro	8	150,00	24,00	106,38	39,40
Outubro	7	150,00	104,00	127,14	15,27
Novembro	7	124,00	56,00	96,71	22,75
Dezembro	7	108,00	86,00	94,57	8,06
Valores anuais	93	186,00	24,00	102,30	10,67

Tabela D 60 - Estação de Tratamento de Esgotos Paranoá - SS

Mês	Nº de análises	Máximo (mg/l)	Mínimo (mg/l)	Médio (mg/l)	Desvio padrão (mg/l)
Janeiro	-	-	-	-	-
Fevereiro	2	105,00	102,00	103,50	2,12
Março	9	276,00	72,00	167,78	68,18
Abril	7	236,00	104,00	152,00	44,48
Maio	9	172,00	68,00	132,78	32,64
Junho	7	304,00	116,00	192,86	57,80
Julho	4	12,90	11,10	11,95	0,93
Agosto	4	180,00	144,00	166,00	15,49
Setembro	5	224,00	127,00	174,20	43,84
Outubro	4	158,00	124,00	141,50	17,99
Novembro	4	156,00	82,00	107,00	34,04
Dezembro	5	164,00	124,00	142,80	16,22
Valores anuais	60	304,00	11,10	135,67	21,96

Tabela D 61 - Estação de Tratamento de Esgotos Riacho Fundo (2) - SS

Mês	Nº de análises	Máximo (mg/l)	Mínimo (mg/l)	Médio (mg/l)	Desvio padrão (mg/l)
Janeiro	21	63,00	12,00	34,00	15,51
Fevereiro	18	85,00	12,00	34,00	18,84
Março	1	13,00	-	-	-
Abril	13	190,00	9,00	40,62	46,64
Maio	9	82,00	11,00	30,67	22,18
Junho	-	-	-	-	-
Julho	-	-	-	-	-
Agosto	-	-	-	-	-
Setembro	-	-	-	-	-
Outubro	2	17,00	8,00	12,50	6,36
Novembro	1	14,00	-	-	-
Dezembro	-	-	-	-	-
Valores anuais	65	190,00	8,00	30,36	15,03

Tabela D 62 - Estação de Tratamento de Esgotos Riacho Fundo (3) - SS

Mês	Nº de análises	Máximo (mg/l)	Mínimo (mg/l)	Médio (mg/l)	Desvio padrão (mg/l)
Janeiro	20	22,00	4,00	11,15	5,70
Fevereiro	18	55,00	6,00	17,28	11,99
Março	22	60,00	8,00	19,94	13,95
Abril	3	55,00	7,50	25,17	25,98
Maio	13	250,00	10,00	49,62	64,15
Junho	20	36,00	10,00	27,12	35,06
Julho	10	47,00	8,00	25,63	32,59
Agosto	23	39,00	6,00	19,96	7,64
Setembro	21	65,00	4,00	14,68	12,69
Outubro	20	21,00	5,00	10,37	3,96
Novembro	19	14,00	4,00	7,84	2,81
Dezembro	-	-	-	-	-
Valores anuais	189	250,00	4,00	20,80	18,53

Tabela D 63 - Estação de Tratamento de Esgotos Alagado - SS

Mês	Nº de análises	Máximo (mg/l)	Mínimo (mg/l)	Médio (mg/l)	Desvio padrão (mg/l)
Janeiro	7	240,00	164,00	194,00	30,09
Fevereiro	7	135,00	88,00	106,71	20,52
Março	9	60,00	32,00	119,56	62,05
Abril	7	210,00	114,00	113,00	39,51
Maio	7	292,00	220,00	259,40	22,08
Junho	9	308,00	220,00	260,44	26,11
Julho	8	328,00	328,00	313,88	19,38
Agosto	10	445,00	445,00	318,80	60,35
Setembro	8	350,00	280,00	311,50	25,77
Outubro	8	285,00	245,00	269,38	13,74
Novembro	8	310,00	180,00	242,50	51,20
Dezembro	7	260,00	188,00	227,71	21,49
Valores anuais	95	445,00	32,00	228,07	16,61

Tabela D 64 - Estação de Tratamento de Esgotos Planaltina (1) - SS

Mês	Nº de análises	Máximo (mg/l)	Mínimo (mg/l)	Médio (mg/l)	Desvio padrão (mg/l)
Janeiro	4	136,00	22,00	104,50	55,29
Fevereiro	4	502,00	96,00	273,50	172,85
Março	4	184,00	112,00	139,00	31,56
Abril	4	146,00	104,00	126,50	19,82
Maio	4	128,00	54,00	98,50	31,81
Junho	4	134,00	62,00	102,00	35,63
Julho	5	164,00	130,00	152,40	13,30
Agosto	4	288,00	48,00	181,00	100,74
Setembro	4	264,00	112,00	203,00	67,83
Outubro	4	132,00	60,00	94,50	29,73
Novembro	4	114,00	64,00	83,50	22,35
Dezembro	3	42,00	22,00	31,33	10,07
Valores anuais	48	502,00	22,00	132,48	46,62

Tabela D 65 - Estação de Tratamento de Esgotos Planaltina (2) - SS

Mês	Nº de análises	Máximo (mg/l)	Mínimo (mg/l)	Médio (mg/l)	Desvio padrão (mg/l)
Janeiro	-	-	-	-	-
Fevereiro	-	-	-	-	-
Março	-	-	-	-	-
Abril	-	-	-	-	-
Maio	-	-	-	-	-
Junho	4	5,00	1,00	2,80	1,72
Julho	5	6,00	2,00	4,50	1,73
Agosto	3	17,00	5,00	10,33	6,11
Setembro	4	40,00	20,00	29,00	10,52
Outubro	4	74,00	17,00	51,75	25,70
Novembro	4	168,00	46,00	80,50	58,46
Dezembro	3	106,00	34,00	61,33	39,00
Valores anuais	27	168,00	1,00	34,32	21,69

Tabela D 66 - Estação de Tratamento de Esgotos Recanto das Emas - SS

Mês	Nº de análises	Máximo (mg/l)	Mínimo (mg/l)	Médio (mg/l)	Desvio padrão (mg/l)
Janeiro	-	-	-	-	-
Fevereiro	-	-	-	-	-
Março	-	-	-	-	-
Abril	-	-	-	-	-
Maio	-	-	-	-	-
Junho	-	-	-	-	-
Julho	-	-	-	-	-
Agosto	-	-	-	-	-
Setembro	-	-	-	-	-
Outubro	-	-	-	-	-
Novembro	9	72,00	25,00	48,33	16,16
Dezembro	8	19,00	6,00	12,00	5,40
Valores anuais	17	72,00	6,00	30,17	7,61

Tabela D 67 - Estação de Tratamento de Esgotos São Sebastião (1) - SS

Mês	Nº de análises	Máximo (mg/l)	Mínimo (mg/l)	Médio (mg/l)	Desvio padrão (mg/l)
Janeiro	-	-	-	-	-
Fevereiro	-	-	-	-	-
Março	-	-	-	-	-
Abril	-	-	-	-	-
Maio	-	-	-	-	-
Junho	-	-	-	-	-
Julho	4	40,00	20,00	32,00	9,09
Agosto	3	42,00	20,00	30,67	11,02
Setembro	4	43,00	20,00	29,75	10,44
Outubro	5	46,00	28,00	35,20	6,72
Novembro	4	56,00	12,00	39,50	19,21
Dezembro	2	16,00	7,20	11,60	6,22
Valores anuais	22	56,00	7,20	29,79	4,70

Tabela D 68 - Estação de Tratamento de Esgotos São Sebastião (2) - SS

Mês	Nº de análises	Máximo (mg/l)	Mínimo (mg/l)	Médio (mg/l)	Desvio padrão (mg/l)
Janeiro	-	-	-	-	-
Fevereiro	-	-	-	-	-
Março	-	-	-	-	-
Abril	-	-	-	-	-
Maio	-	-	-	-	-
Junho	-	-	-	-	-
Julho	-	-	-	-	-
Agosto	-	-	-	-	-
Setembro	-	-	-	-	-
Outubro	-	-	-	-	-
Novembro	3	54,00	2,70	30,90	26,03
Dezembro	2	48,00	44,00	46,00	2,83
Valores anuais	5	54,00	2,70	38,45	16,40

Tabela D 69 - Estação de Tratamento de Esgotos Vale do Amanhecer - SS

Mês	Nº de análises	Máximo (mg/l)	Mínimo (mg/l)	Médio (mg/l)	Desvio padrão (mg/l)
Janeiro	-	-	-	-	-
Fevereiro	-	-	-	-	-
Março	-	-	-	-	-
Abril	-	-	-	-	-
Maio	-	-	-	-	-
Junho	4	26,00	10,00	19,75	7,76
Julho	5	30,00	10,00	20,80	7,95
Agosto	4	25,00	18,00	21,75	3,30
Setembro	4	15,00	5,00	9,75	4,27
Outubro	4	32,00	16,00	22,00	7,12
Novembro	4	33,00	12,00	21,50	8,66
Dezembro	2	36,00	19,00	27,50	12,02
Valores anuais	27	36,00	5,00	20,44	2,89

Tabela D 70 - Estação de Tratamento de Esgotos Sobradinho - Amônia

Mês	Nº de análises	Máximo (mg/l)	Mínimo (mg/l)	Médio (mg/l)	Desvio padrão (mg/l)
Janeiro	4	37,70	14,60	27,28	9,69
Fevereiro	2	34,80	25,40	30,10	6,65
Março	5	31,00	0,68	22,24	12,72
Abril	4	31,20	23,00	23,00	3,99
Mai	4	35,20	31,90	31,90	1,37
Junho	2	36,20	30,40	30,40	4,10
Julho	4	39,30	35,60	37,43	1,59
Agosto	4	39,80	36,50	37,85	1,44
Setembro	3	36,50	33,50	35,33	1,61
Outubro	3	34,70	27,20	31,60	3,92
Novembro	2	32,30	28,30	30,30	2,83
Dezembro	3	30,20	23,60	23,60	3,43
Valores anuais	35	39,80	0,68	30,09	3,56

Tabela D 71 - Estação de Tratamento de Esgotos Brazlândia (1) - Amônia

Mês	Nº de análises	Máximo (mg/l)	Mínimo (mg/l)	Médio (mg/l)	Desvio padrão (mg/l)
Janeiro	1	20,00	-	-	-
Fevereiro	2	21,50	18,00	19,75	2,47
Março	2	18,50	17,25	17,88	0,88
Abril	1	29,25	-	-	-
Mai	2	40,50	26,50	33,50	9,90
Junho	2	36,00	30,50	33,25	3,89
Julho	2	27,50	18,00	22,75	6,72
Agosto	2	15,20	13,70	14,45	1,06
Setembro	2	26,70	15,50	21,10	7,92
Outubro	2	22,00	21,00	21,50	0,71
Novembro	2	21,25	18,25	19,75	2,12
Dezembro	2	33,00	18,00	25,50	10,61
Valores anuais	22	40,50	13,70	22,94	3,83

Tabela D 72 - Estação de Tratamento de Esgotos Brazlândia (2) - Amônia

Mês	Nº de análises	Máximo (mg/l)	Mínimo (mg/l)	Médio (mg/l)	Desvio padrão (mg/l)
Janeiro	1	20,00	-	-	-
Fevereiro	2	18,50	15,00	16,75	2,47
Março	2	17,00	16,00	16,50	0,71
Abril	1	32,25	-	-	-
Mai	2	34,00	28,25	31,13	4,07
Junho	2	31,50	29,25	30,38	1,59
Julho	2	29,25	23,50	26,38	4,07
Agosto	2	19,50	16,70	18,10	1,98
Setembro	2	28,70	18,50	23,60	7,21
Outubro	2	26,50	22,25	24,38	3,01
Novembro	2	23,75	17,50	20,63	4,42
Dezembro	2	35,00	12,50	23,75	15,91
Valores anuais	22	35,00	12,50	23,16	4,39

Tabela D 73 - Estação de Tratamento de Esgotos Brasília Sul - Amônia

Mês	Nº de análises	Máximo (mg/l)	Mínimo (mg/l)	Médio (mg/l)	Desvio padrão (mg/l)
Janeiro	21	20,60	6,90	13,40	4,25
Fevereiro	17	23,70	6,50	14,93	4,37
Março	21	22,20	10,40	15,70	3,73
Abril	19	25,40	16,20	19,77	2,80
Maio	22	25,70	6,10	16,52	4,43
Junho	21	22,90	12,10	16,99	2,71
Julho	20	39,90	17,50	26,07	6,06
Agosto	23	26,80	1,80	21,28	6,68
Setembro	20	28,20	16,30	22,37	3,75
Outubro	15	17,60	1,90	9,64	5,56
Novembro	19	7,80	1,80	4,94	1,67
Dezembro	21	6,60	1,70	4,13	1,41
Valores anuais	239	39,90	1,70	15,48	1,64

Tabela D 74 - Estação de Tratamento de Esgotos Brasília Norte - Amônia

Mês	Nº de análises	Máximo (mg/l)	Mínimo (mg/l)	Médio (mg/l)	Desvio padrão (mg/l)
Janeiro	21	5,00	0,40	2,00	1,13
Fevereiro	9	6,60	0,80	3,64	1,54
Março	20	10,40	0,87	3,75	2,41
Abril	19	19,00	0,80	6,18	4,65
Maio	-	-	-	-	-
Junho	-	-	-	-	-
Julho	-	-	-	-	-
Agosto	-	-	-	-	-
Setembro	21	6,20	0,30	2,47	1,68
Outubro	16	7,20	0,60	2,34	2,02
Novembro	18	3,50	0,45	1,43	0,80
Dezembro	18	4,50	0,55	1,93	1,14
Valores anuais	142	19,00	0,30	2,97	1,22

Tabela D 75 - Estação de Tratamento de Esgotos Samambaia (1) - Amônia

Mês	Nº de análises	Máximo (mg/l)	Mínimo (mg/l)	Médio (mg/l)	Desvio padrão (mg/l)
Janeiro	6	15,00	5,50	7,72	3,62
Fevereiro	7	29,34	7,60	14,38	7,65
Março	9	34,75	6,75	18,20	7,45
Abril	8	13,30	3,00	7,89	3,97
Maio	9	14,00	1,22	9,33	4,82
Junho	8	33,50	14,50	21,68	6,01
Julho	8	34,00	5,20	16,99	10,75
Agosto	9	20,00	8,20	13,08	4,12
Setembro	8	14,90	4,00	8,45	3,63
Outubro	7	18,20	11,20	15,19	2,37
Novembro	7	13,00	9,70	11,14	1,44
Dezembro	7	15,60	7,70	10,77	3,07
Valores anuais	23	34,75	1,22	12,90	2,63

Tabela D 76 - Estação de Tratamento de Esgotos Samambaia (2) - Amônia

Mês	Nº de análises	Máximo (mg/l)	Mínimo (mg/l)	Médio (mg/l)	Desvio padrão (mg/l)
Janeiro	6	5,40	1,20	3,70	1,63
Fevereiro	7	5,10	1,12	2,80	1,50
Março	9	10,50	1,54	5,52	3,33
Abril	8	9,40	0,12	3,06	3,63
Mai	9	3,36	0,15	1,32	1,21
Junho	8	1,80	0,13	0,81	0,69
Julho	8	2,40	0,20	0,78	0,74
Agosto	9	10,80	0,32	3,12	3,45
Setembro	8	18,50	8,40	13,08	3,34
Outubro	7	18,30	8,82	12,17	3,29
Novembro	7	18,80	13,70	16,94	1,80
Dezembro	7	20,50	8,90	15,76	4,00
Valores anuais	93	20,50	0,12	6,59	1,23

Tabela D 77 - Estação de Tratamento de Esgotos Riacho Fundo (2) - Amônia

Mês	Nº de análises	Máximo (mg/l)	Mínimo (mg/l)	Médio (mg/l)	Desvio padrão (mg/l)
Janeiro	21	35,48	1,80	20,37	10,55
Fevereiro	18	5,90	0,90	2,20	1,38
Março	1	1,25	-	-	-
Abril	13	74,30	0,22	9,78	19,76
Mai	9	3,26	1,28	2,23	0,61
Junho	-	-	-	-	-
Julho	-	-	-	-	-
Agosto	-	-	-	-	-
Setembro	-	-	-	-	-
Outubro	2	13,70	4,80	9,25	6,29
Novembro	1	7,70	-	-	-
Dezembro	-	-	-	-	-
Valores anuais	52	74,30	0,22	8,77	7,84

Tabela D 78 - Estação de Tratamento de Esgotos Riacho Fundo (3) - Amônia

Mês	Nº de análises	Máximo (mg/l)	Mínimo (mg/l)	Médio (mg/l)	Desvio padrão (mg/l)
Janeiro	20	5,54	0,43	1,85	1,65
Fevereiro	18	8,81	0,59	2,93	2,64
Março	22	10,30	1,70	3,94	2,64
Abril	3	2,30	1,80	2,10	0,26
Mai	13	3,11	1,69	2,21	0,41
Junho	20	9,65	1,70	3,94	2,65
Julho	10	8,30	1,40	2,92	1,97
Agosto	23	12,01	1,82	5,71	3,25
Setembro	21	43,20	1,72	11,04	13,90
Outubro	20	10,50	1,96	3,36	1,85
Novembro	19	5,30	1,48	2,65	0,89
Dezembro	-	-	-	-	-
Valores anuais	189	43,20	0,43	3,88	3,77

Tabela D 79 - Estação de Tratamento de Esgotos Planaltina (1) - Amônia

Mês	Nº de análises	Máximo (mg/l)	Mínimo (mg/l)	Médio (mg/l)	Desvio padrão (mg/l)
Janeiro	-	-	-	-	-
Fevereiro	1	20,00	-	-	-
Março	2	1,18	0,64	0,91	0,38
Abril	1	0,30	-	-	-
Maio	1	0,40	-	-	-
Junho	0	-	-	-	-
Julho	0	-	-	-	-
Agosto	0	-	-	-	-
Setembro	0	-	-	-	-
Outubro	1	3,90	-	-	-
Novembro	0	-	-	-	-
Dezembro	0	-	-	-	-
Valores anuais	6	20,00*	0,30*	5,16*	8,43*

Resultados referentes às medidas da segunda coluna.

Tabela D 80 - Estação de Tratamento de Esgotos Planaltina (2) - Amônia

Mês	Nº de análises	Máximo (mg/l)	Mínimo (mg/l)	Médio (mg/l)	Desvio padrão (mg/l)
Janeiro	-	-	-	-	-
Fevereiro	-	-	-	-	-
Março	-	-	-	-	-
Abril	-	-	-	-	-
Maio	-	-	-	-	-
Junho	-	-	-	-	-
Julho	-	-	-	-	-
Agosto	-	-	-	-	-
Setembro	1	32,30	-	-	-
Outubro	3	3,33	1,73	2,45	0,81
Novembro	4	11,30	6,70	8,25	2,07
Dezembro	3	7,00	4,90	5,70	1,14
Valores anuais	11	32,30	1,73	5,47	0,66

Tabela D 81 - Estação de Tratamento de Esgotos Recanto das Emas - Amônia

Mês	Nº de análises	Máximo (mg/l)	Mínimo (mg/l)	Médio (mg/l)	Desvio padrão (mg/l)
Janeiro	-	-	-	-	-
Fevereiro	-	-	-	-	-
Março	-	-	-	-	-
Abril	-	-	-	-	-
Maio	-	-	-	-	-
Junho	-	-	-	-	-
Julho	-	-	-	-	-
Agosto	-	-	-	-	-
Setembro	-	-	-	-	-
Outubro	-	-	-	-	-
Novembro	8	58,50	39,00	51,67	6,77
Dezembro	-	-	-	-	-
Valores anuais	8	58,50	39,00	51,67	6,77

Tabela D 82 - Estação de Tratamento de Esgotos São Sebastião (1) - Amônia

Mês	Nº de análises	Máximo (mg/l)	Mínimo (mg/l)	Médio (mg/l)	Desvio padrão (mg/l)
Janeiro	-	-	-	-	-
Fevereiro	-	-	-	-	-
Março	-	-	-	-	-
Abril	-	-	-	-	-
Maio	-	-	-	-	-
Junho	-	-	-	-	-
Julho	4	26,60	5,67	16,69	9,73
Agosto	3	34,90	30,80	32,90	2,05
Setembro	4	39,70	34,50	36,98	2,76
Outubro	5	41,60	23,00	32,74	8,01
Novembro	3	17,90	8,00	26,57	5,50
Dezembro	1	1,90	-	-	-
Valores anuais	20	41,60	1,90	24,63	3,30

Tabela D 83 - Estação de Tratamento de Esgotos São Sebastião (2) - Amônia

Mês	Nº de análises	Máximo (mg/l)	Mínimo (mg/l)	Médio (mg/l)	Desvio padrão (mg/l)
Janeiro	-	-	-	-	-
Fevereiro	-	-	-	-	-
Março	-	-	-	-	-
Abril	-	-	-	-	-
Maio	-	-	-	-	-
Junho	-	-	-	-	-
Julho	-	-	-	-	-
Agosto	-	-	-	-	-
Setembro	-	-	-	-	-
Outubro	-	-	-	-	-
Novembro	1	1,30	-	-	-
Dezembro	1	1,60	-	-	-
Valores anuais	2	1,60	1,30	1,45	0,21

Tabela D 84 - Estação de Tratamento de Esgotos Sobradinho - Turbidez

Mês	Nº de análises	Máximo (mg/l)	Mínimo (mg/l)	Médio (mg/l)	Desvio padrão (mg/l)
Janeiro	4	14,00	7,00	11,00	3,56
Fevereiro	2	16,00	12,50	14,25	2,47
Março	5	13,50	7,00	9,70	2,89
Abril	4	17,00	10,00	14,38	3,35
Maio	4	14,00	10,00	12,00	1,63
Junho	2	17,00	10,40	13,70	4,67
Julho	4	21,00	17,00	19,18	1,73
Agosto	4	19,00	14,50	16,43	2,08
Setembro	3	16,40	13,20	14,43	1,72
Outubro	3	24,30	12,20	16,97	6,45
Novembro	3	16,00	9,70	12,60	3,18
Dezembro	3	10,40	5,40	8,50	2,71
Valores anuais	41	24,30	5,40	13,60	1,40

Tabela D 85 - Estação de Tratamento de Esgotos Brasília Norte - Turbidez

Mês	Nº de análises	Máximo (mg/l)	Mínimo (mg/l)	Médio (mg/l)	Desvio padrão (mg/l)
Janeiro	21	5,00	2,00	3,20	0,78
Fevereiro	9	5,00	2,50	3,58	1,05
Março	21	4,50	1,50	2,60	0,77
Abril	19	18,00	0,30	3,50	3,77
Maio	-	-	-	-	-
Junho	21	1,90	1,20	1,53	0,17
Julho	21	2,00	1,40	1,80	0,23
Agosto	22	4,00	2,20	2,20	0,66
Setembro	21	3,60	1,50	2,33	0,58
Outubro	18	4,50	1,70	2,45	0,67
Novembro	19	4,10	1,30	2,26	0,75
Dezembro	19	5,00	1,50	2,52	0,75
Valores anuais	211	18,00	0,30	2,54	0,98

Tabela D 86 - Estação de Tratamento de Esgotos Torto - Turbidez

Mês	Nº de análises	Máximo (mg/l)	Mínimo (mg/l)	Médio (mg/l)	Desvio padrão (mg/l)
Janeiro	3	12,00	9,00	10,67	1,53
Fevereiro	2	14,00	9,50	11,75	3,18
Março	5	18,00	12,00	15,00	2,24
Abril	3	19,00	9,50	15,83	5,48
Maio	4	18,00	10,00	13,38	3,35
Junho	4	16,00	8,50	10,50	3,10
Julho	4	13,00	7,00	9,25	2,87
Agosto	5	21,00	11,20	15,16	3,79
Setembro	3	17,30	12,10	14,00	2,87
Outubro	3	14,10	10,80	12,37	1,66
Novembro	2	14,60	6,50	10,55	5,73
Dezembro	-	-	-	-	-
Valores anuais	42	21,00	6,50	12,59	1,35

Tabela D 87 - Estação de Tratamento de Esgotos Sobradinho - Alumínio

Mês	Nº de análises	Máximo (mg/l)	Mínimo (mg/l)	Médio (mg/l)	Desvio padrão (mg/l)
Janeiro	4	0,52	0,25	0,38	0,11
Fevereiro	2	0,54	0,28	0,41	0,18
Março	4	0,50	0,31	0,41	0,08
Abril	4	0,48	0,25	0,36	0,10
Maio	4	0,28	0,10	0,23	0,08
Junho	2	0,48	0,28	0,38	0,14
Julho	4	0,55	0,38	0,49	0,07
Agosto	4	0,56	0,43	0,50	0,06
Setembro	3	0,54	0,47	0,51	0,04
Outubro	3	0,51	0,40	0,51	0,06
Novembro	3	0,57	0,30	0,47	0,15
Dezembro	4	0,61	0,16	0,44	0,20
Valores anuais	41	0,61	0,10	0,42	0,05

Tabela D 88 - Estação de Tratamento de Esgotos Norte - Alumínio

Mês	Nº de análises	Máximo (mg/l)	Mínimo (mg/l)	Médio (mg/l)	Desvio padrão (mg/l)
Janeiro	21	0,59	0,24	0,38	0,10
Fevereiro	9	0,65	0,13	0,39	0,15
Março	16	0,55	0,14	0,33	0,09
Abril	19	0,56	0,08	0,34	0,13
Maio	-	-	-	-	-
Junho	21	0,39	0,22	0,31	0,05
Julho	20	0,43	0,004	0,29	0,09
Agosto	22	0,36	0,13	0,25	0,06
Setembro	21	0,49	0,15	0,30	0,08
Outubro	18	0,38	0,12	0,28	0,07
Novembro	19	0,40	0,13	0,26	0,08
Dezembro	17	0,41	0,20	0,32	0,08
Valores anuais	203	0,65	0,00	0,31	0,03

Tabela D 1 - Dados mensais de coliformes fecais dos efluentes finais das estações de tratamento de esgotos – 1999 (NMP/100 ml)

Mês	Estações de tratamento de esgotos																
	Sobradinho	Brazlândia		Brasília Sul	Brasília Norte	Samambaia		Paranoá	Riacho Fundo		Alagado	Planaltina		Recanto das Emas	São Sebastião		Vale do Amanhecer
		Brazlândia (1)	Brazlândia (2)			Samambaia (1)	Samambaia (2)		Riacho Fundo (2)	Riacho Fundo (3)		Planaltina (1)	Planaltina (2)		São Sebastião (1)	São Sebastião (2)	
Jan.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fev.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mar.	1,30E+05	2,20E+05	2,80E+05	8,00E+05	4,00E+03	8,00E+01	1,70E+02	2,80E+05	5,00E+04	5,00E+05	1,30E+05	-	-	-	-	-	-
Abr.	1,30E+05	3,00E+05	1,70E+05	5,00E+05	2,30E+04	5,00E+02	4,00E+01	5,00E+05	2,20E+05	3,00E+06	1,30E+06	-	-	-	-	-	-
Mai.	2,20E+05	9,00E+05	5,00E+05	2,30E+05	2,10E+04	3,00E+02	1,70E+02	5,00E+05	5,00E+06	7,00E+04	1,10E+06	-	-	-	-	-	-
Jun.	2,20E+05	3,00E+05	3,00E+05	7,00E+04	4,00E+03	3,00E+02	2,60E+02	3,00E+05	2,20E+04	3,00E+06	5,00E+05	-	-	-	1,10E+04	-	0,00E+00
Jul.	5,00E+05	-	-	8,00E+05	2,30E+04	-	-	2,20E+05	5,00E+04	3,00E+06	-	-	-	-	-	-	-
Ago.	2,20E+06	1,10E+05	3,00E+04	3,00E+04	4,00E+03	1,70E+02	5,00E+03	5,00E+04	3,00E+06	2,30E+05	7,00E+05	-	-	-	1,70E+04	-	5,00E+02
Set.	7,00E+05	2,20E+05	3,00E+05	3,40E+04	3,00E+05	1,00E+00	1,60E+04	5,00E+05	-	5,00E+05	1,30E+06	1,40E+02	1,10E+02	5,00E+05	3,00E+04	1,30E+03	1,30E+03
Out.	5,00E+05	2,30E+05	2,20E+05	1,40E+06	2,80E+05	1,30E+02	0,00E+00	1,70E+05	8,00E+03	3,00E+05	1,70E+06	-	-	-	-	-	-
Nov.	2,40E+06	9,00E+05	5,00E+05	1,30E+05	2,00E+03	3,00E+02	7,00E+01	5,00E+05	5,00E+04	2,00E+03	1,30E+06	2,00E+01	2,10E+02	7,00E+04	-	-	1,30E+02
Dez.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,00E+02	2,30E+02	-	3,00E+03	0,00E+00	5,00E+02
Máx.	2,40E+06	9,00E+05	5,00E+05	1,40E+06	3,00E+05	5,00E+02	1,60E+04	5,00E+05	5,00E+06	3,00E+06	1,70E+06	5,00E+02	2,30E+02	5,00E+05	3,00E+04	1,30E+03	1,30E+03
Mín.	1,30E+05	1,10E+05	3,00E+04	3,00E+04	2,00E+03	1,00E+00	0,00E+00	5,00E+04	8,00E+03	2,00E+03	1,30E+05	2,00E+01	1,10E+02	7,00E+04	3,00E+03	0,00E+00	0,00E+00
Média art.	7,78E+05	3,98E+05	2,88E+05	4,44E+05	7,34E+04	2,23E+02	2,71E+03	3,36E+05	1,05E+06	1,18E+06	1,00E+06	2,20E+02	1,83E+02	2,85E+05	1,53E+04	6,50E+02	4,86E+02
Média geom.	4,50E+05	3,12E+05	2,27E+05	2,14E+05	1,70E+04	1,11E+02	-	2,78E+05	1,28E+05	3,43E+05	8,11E+05	1,12E+02	1,74E+02	1,87E+05	1,14E+04	-	-
Desvio padrão	8,86E+05	3,16E+05	1,58E+05	4,74E+05	1,23E+05	1,58E+02	5,63E+03	1,71E+05	1,90E+06	1,38E+06	5,16E+05	2,50E+02	6,43E+01	3,04E+05	1,14E+04	9,19E+02	5,06E+02