



**Campus de São Carlos**

ESTUDO SOBRE A ADEQUAÇÃO AMBIENTAL DOS SERVIÇOS  
DE ÁGUA E ESGOTO

**Rogério Pecci Filho**

Orientador: Prof. Tit. Eduardo Cleto Pires

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**



**ESCOLA DE ENGENHARIA  
DE SÃO CARLOS**

Estudo Sobre a Adequação Ambiental dos Serviços  
de Água e Esgoto

Serviço de Pós-Graduação EESC/USP

EXEMPLAR REVISADO

Data de entrada no Serviço.....07/07/05

Ass.:.....lesar

Rogério Pecci Filho

Tese apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Hidráulica e Saneamento

ORIENTADOR: Professor Titular  
Eduardo Cleto Pires



São Carlos  
2005

DEDALUS - Acervo - EESC



31100052213



Class.	TESE-EESC
Cott.	4272
Tombo	T 180/05
Sysno	145 5072

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Tratamento da Informação do Serviço de Biblioteca – EESC/USP

P365e Pecci Filho, Rogério  
Estudo sobre a adequação ambiental dos serviços de água esgoto / Rogério Pecci Filho. -- São Carlos, 2005.

Tese (Doutorado)- Escola de Engenharia de São Carlos-Universidade de São Paulo, 2005.  
Área: Hidráulica e Saneamento.  
Orientador: Prof. Tit. Eduardo Cleto Pires.

1. Tratamento de água. 2. Tratamento de esgoto.  
3. Adequação ambiental. 4. Gestão ambiental. I.  
Título.

**FOLHA DE JULGAMENTO**

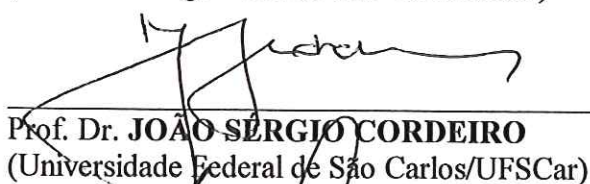
Candidato: Engenheiro **ROGÉRIO PECCI FILHO**

Tese defendida e julgada em 23-03-2005 perante a Comissão Julgadora:



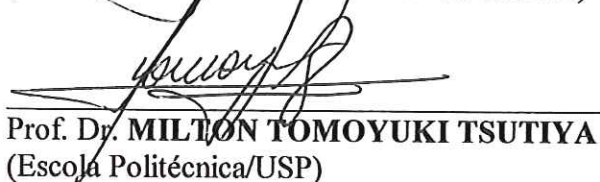
Prof. Titular **EDUARDO CLETO PIRES (Orientador)**  
(Escola de Engenharia de São Carlos/USP)

Aprovado



Prof. Dr. **JOÃO SÉRGIO CORDEIRO**  
(Universidade Federal de São Carlos/UFSCar)

Aprovado



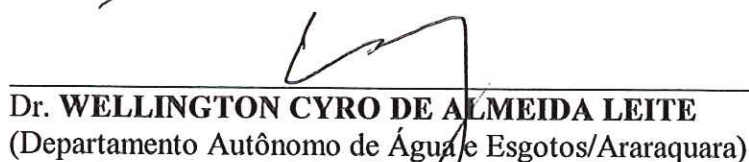
Prof. Dr. **MILTON TOMOYUKI TSUTIYA**  
(Escola Politécnica/USP)

Aprovado



Prof. Dr. **NEMÉSIO NEVES BATISTA SALVADOR**  
(Universidade Federal de São Carlos/UFSCar)

Aprovado



Dr. **WELLINGTON CYRO DE ALMEIDA LEITE**  
(Departamento Autônomo de Água e Esgotos/Araraquara)

Aprovado



Profa. Titular **MARIA DO CARMO CALJURI**  
Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em  
Engenharia (Hidráulica e Saneamento) e  
Presidente da Comissão de Pós-Graduação

## DEDICATÓRIA

À “Fundação Rogério e Cleide Pecci” que nunca mediu esforços para me ajudar a construir um mundo melhor.

## AGRADECIMENTOS

Ao Professor Eduardo Cleto Pires pela orientação, disponibilidade e atenção.

Ao Professor Marcelo Pereira de Souza, pelo inestimável exemplo de postura, perseverança e inteligência.

Aos funcionários do Departamento de Hidráulica e Saneamento, principalmente Flavinha, Sá, Pavi e Fernanda, que direta ou indiretamente contribuíram na consecução deste trabalho.

À FAPESP – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – pela bolsa de estudo concedida (Proc. Nº. 00/02343-2).

À Bruna, minha amada esposa, pelo amor e paciência em ouvir tanto de um tema só.

Aos funcionários do DAAE Araraquara, especialmente ao Eng. Wellington Cyro, Célia Gorla, Murilo, Paulo Scalize, Simone Cristina, e ao Eng. João Ciarrochi da CETESB, pela dedicação e disposição em me ajudar.

Aos amigos do Lab-Sig: Nájila, Vitinho, Denis, Isabel, Ruth, Minduim, Aurélio, Aldo, por todo o apoio e incentivo.

Aos meus amigos da república Matadouro pelo apoio, acolhida e os momentos de descontração durante as etapas mais difíceis do trabalho.

Aos amigos Moruzzi, Janja e Charles pelo incentivo e força nas horas mais nebulosas do trabalho.

Aos integrantes do AMA, principalmente o Américo (Véio), Rafael (Dx) e Roberta, pela colaboração no trabalho.

Aos amigões André, Fabiano, Samuca e Paulinho por estarem ao meu lado em todos os momentos, sejam eles bons ou ruins.

À Branca, minha fiel parceira das noites sem dormir, pelo apoio e carinho.



# SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS .....	iv
LISTA DE QUADROS .....	vi
LISTA DE TABELAS .....	vii
LISTA DE SIGLAS .....	viii
RESUMO .....	x
ABSTRACT .....	xi
1 - INTRODUÇÃO .....	1
2 - OBJETIVOS .....	7
3 - O ESTADO DA ARTE .....	8
3.1 – O PROCESSO DE AIA NOS EUA .....	12
3.2 – AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL NA EUROPA .....	15
3.3 – SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL .....	15
3.3.1 – Gestão Ambiental .....	20
3.4 – CONSUMO SUSTENTÁVEL .....	22
3.5 – REÚSO DA ÁGUA .....	24
3.6 – PADRÕES DE QUALIDADE DA ÁGUA DOCE .....	28
3.7 – LEGISLAÇÃO INTERNACIONAL VIGENTE.....	29
3.7.1 – Legislação Norte Americana .....	29
3.7.2 - Legislação Holandesa .....	31
3.7.3 – Legislação Alemã .....	32
4 - ADEQUAÇÃO AMBIENTAL .....	34
4.1 – ADEQUAÇÃO AMBIENTAL SOB O PRISMA EMPRESARIAL .....	35
4.1.1 – Sistemas de Gestão Ambiental de Empresas.....	37
4.1.1.1 – Panorama Nacional em Empresas de Saneamento.....	42
4.1.2 - Plano de Auditoria e Eco-Gestão – EMAS -.....	44
4.1.3 – Avaliação do Desempenho Ambiental.....	49
4.1.4 – Considerações sobre gestão ambiental em empresas.....	52
4.2 – ADEQUAÇÃO AMBIENTAL SOB O PRISMA LEGAL .....	54
4.2.1 - O Ministério Público como Curador do Meio Ambiente .....	54
4.2.1.1 – Inquérito Civil .....	57
4.2.1.2 – Ação Civil Pública .....	57
4.2.2 – Lei dos Crimes Ambientais – Lei 9.605/98 .....	58
4.2.2.1 – Crime de Poluição .....	59
4.2.3 – Instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente e da Política Nacional de Recursos Hídricos.....	60
4.2.4 – Licenciamento Ambiental .....	63
4.2.5 – Estudo de Impacto Ambiental .....	67

<b>5 - SERVIÇO DE ÁGUA .....</b>	<b>69</b>
5.1 – INTRODUÇÃO .....	69
5.2 – TRATAMENTO .....	69
5.3 – TOXICIDADE DO LODO DE ETA .....	73
5.4 – GERAÇÃO DE RESÍDUOS DO TRATAMENTO DE ÁGUA .....	76
5.5 – BUSCA DE ALTERNATIVAS DE REDUÇÃO DE VOLUME DE LODO.....	77
5.6 – ESTRATÉGIAS USUAIS DE REMOÇÃO DE ÁGUA E DE DESTINAÇÃO FINAL DO LODO.....	79
5.7 – CASO PRÁTICO.....	80
5.8 – IMPACTOS AMBIENTAIS.....	80
5.8.1 – Captação .....	81
5.8.2 – Rede de distribuição .....	82
5.8.3 – Transporte (adução) e tratamento .....	83
5.8.4 – Destinação final do lodo gerado na ETA .....	83
5.9 – DOS DISPOSITIVOS LEGAIS DE GESTÃO AMBIENTAL.....	86
5.9.1 – Considerações Iniciais.....	87
5.9.2 – Captação.....	88
5.9.2.1 – Captação Superficial .....	88
5.9.2.2 – Captação Subterrânea .....	89
5.9.3 – Adução.....	89
5.9.4 – Tratamento.....	90
5.9.5 – Rede de Distribuição.....	91
<b>6 - SERVIÇO DE ESGOTO .....</b>	<b>93</b>
6.1 – INTRODUÇÃO .....	93
6.2 – TRATAMENTO .....	93
6.3 – LODO DE ETes .....	97
6.4 – IMPACTOS AMBIENTAIS .....	98
6.5 – DOS DISPOSITIVOS LEGAIS DE GESTÃO AMBIENTAL.....	104
<b>7 – MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>107</b>
7.1 – ELABORAÇÃO DA MATRIZ DE IMPACTOS .....	108
7.1.1 – Serviço de Água .....	109
7.1.2 – Serviço de Esgoto.....	112
7.2 – IDENTIFICAÇÃO DOS DISPOSITIVOS LEGAIS DE GESTÃO AMBIENTAL.....	114
7.2.1 – Serviço de Água .....	115
7.2.2 – Serviço de Esgoto .....	116
<b>8 - RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>119</b>
8.1 - A CIDADE DE ARARAQUARA .....	119
8.2 - O DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ÁGUAS E ESGOTOS – DAAE .....	121
8.2.1 - O Sistema de Abastecimento de Água Existente .....	122
8.2.1.1 - Tratamento de Água .....	123
8.2.1.2 - Captação Subterrânea .....	124

8.2.1.3 – <i>Distribuição</i> .....	125
8.2.2 – O Sistema de Esgoto Sanitário Existente .....	131
8.2.3 – Práticas e Política Ambiental .....	143
9 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....	146
10 - BIBLIOGRAFIA .....	148

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Fluxograma do processo geral do Estudo de Impacto Ambiental nos EUA .....	14
Figura 2: Adequação Ambiental .....	16
Figura 3: Tipologia x Localização .....	18
Figura 4: Relação entre as etapas do Sistema de Gestão Ambiental .....	21
Figura 5: Motivação para a proteção ambiental na empresa .....	37
Figura 6: Modelo de sistema de gestão ambiental para a Norma NBR ISO 14001:1996 .....	39
Figura 7: Processo de Avaliação do Desempenho Ambiental Da ISO 14031.....	50
Figura 8: Fluxograma de alguns Instrumentos Integrados da PNMA e PNRH .....	61
Figura 9: Fluxograma dos procedimentos para obtenção das licenças ambientais .....	66
Figura 10: Diagrama das formas de Tratamento de Água existentes .....	71
Figura 11: Pontos de geração de resíduos em um ETA convencional.....	76
Figura 12: Formas de redução de lodo .....	78
Figura 13: Tecnologias de Redução de Volume e Destinação Final de lodos gerados na Estação de Tratamento de Água .....	84
Figura 14: Esquema da variação de Oxigênio Dissolvido em um corpo d'água após lançamento de carga poluidora .....	106
Figura 15: Localização Geográfica do município de Araraquara.....	119
Figura 16: Mapa esquemático da UGRHI 13 - Tietê-Jacaré.....	120
Figura 17: Controle de Perdas no Sistema de Distribuição de Água Tratada e a meta a ser atingida .....	126



Figura 18: Vista aérea da Estação de Tratamento de Esgotos de Araraquara.....	131
Figura 19: Variação da DBO no Efluente da ETE Araraquara .....	133
Figura 20: Variação da Remoção DBO no Efluente da ETE Araraquara ....	134
Figura 21: Variação da DBO e DQO no Ribeirão das Cruzes – 10/09/2003...	136
Figura 22: Variação da DBO e DQO no Ribeirão das Cruzes – 12/11/2003..	137
Figura 23: Variação do OD Ribeirão das Cruzes – 10/09/2003.....	138
Figura 24: Variação do OD no Ribeirão das Cruzes – 12/11/2003.....	138
Figura 25 - Esboço de Modelo de Política Ambiental e Sistema de Gestão Ambiental.....	144

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Benefícios da Gestão Ambiental .....	36
Quadro 2: Número de pedidos e laudos feitos pelo MP ao DEPRN .....	55
Quadro 3: Demandas do Ministério Público ao DAIA .....	56
Quadro 4: Impactos ambientais do Sistema de Abastecimento de Água.....	85
Quadro 5: Medidas Atenuantes do sistema de Abastecimento de Água.....	86
Quadro 6: Alguns tipos de reatores ou sistemas usados para tratamento de esgotos.....	94
Quadro 7: Sugestões do Banco Mundial de alternativas tecnológicas para amenizar os impactos negativos do esgoto sanitário.....	96
Quadro 8: Potenciais danos causados às águas receptoras pelo lançamento de águas residuárias sem tratamento adequado....	100
Quadro 9: Impactos ambientais do Sistema de Esgotamento Sanitário .....	102
Quadro 10: Medidas Atenuantes do Sistema de Esgotamento Sanitário .....	103
Quadro 11: Características da UGHRI Tietê-Jacaré .....	120
Quadro 12: Controle de Perdas no Sistema de Distribuição de Água Tratada.....	126
Quadro 13: Monitoramento da Bacia do Ribeirão das Cruzes – 10/09/2003	135
Quadro 14: Monitoramento da Bacia do Ribeirão das Cruzes – 12/11/2003.	135

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Limites estabelecidos na resolução Conama nº20/86.....	29
Tabela 2 – Empresas do setor de saneamento básico certificadas com a ISO 14001.....	43
Tabela 3 – Comparação entre as normas ISO 14001 e do Plano de Auditoria e Eco-Gestão (EMAS).....	48
Tabela 4 – Valores de concentração de metais nos resíduos gerados em ETAs de ciclo completo.....	75
Tabela 5 – Matriz dos Impactos Ambientais decorrentes das Etapas da produção de Água Tratada.....	111
Tabela 6 – Matriz dos Impactos Ambientais decorrentes das Etapas do Tratamento de Esgoto.....	113
Tabela 7 – Relação entre as etapas do sistema de Tratamento de Água com os Instrumentos de Gestão Ambiental e os dispositivos legais pertinentes.....	116
Tabela 8 – Relação entre as etapas do sistema de Tratamento de Esgoto com os Instrumentos de Gestão Ambiental e os dispositivos legais pertinentes.....	117
Tabela 9 – Matriz dos Impactos Ambientais decorrentes das Etapas da Produção de Água Tratada no DAAE Araraquara.....	128
Tabela 10 – Relação entre as etapas do sistema de Tratamento de Água com os Instrumentos de Gestão Ambiental e os dispositivos legais pertinentes aplicada ao DAAE – Araraquara .....	130
Tabela 11 – Matriz dos Impactos Ambientais decorrentes das Etapas da Tratamento de Esgoto no DAAE Araraquara.....	140
Tabela 12 - Relação entre as etapas do sistema de Tratamento de Esgoto com os Instrumentos de Gestão Ambiental e os dispositivos legais pertinentes aplicada ao DAAE – Araraquara.....	142

## LISTA DE SIGLAS

AIA	Avaliação de Impacto Ambiental
AMA	Adequação Ambiental em Manufatura
ANA	Agência Nacional de Águas
AP	Audiência Pública
APP	Área de Preservação Permanente
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CEQ	<i>Council of Environmental Quality</i> - Conselho de Qualidade Ambiental
CERCLA	<i>Comprehensible Environmental Response, Compensation and Liability Act</i> - Política de Resposta Abrangente, Compensação e Responsabilidade Ambiental
CETESB	Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
CIESP	Centro das Indústrias do Estado de São Paulo
CNUMAD	Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento/ECO-92
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CONDEMA	Conselho Municipal do Meio Ambiente
CONSEMA	Conselho Estadual do Meio Ambiente
CPLA	Coordenadoria de Planejamento Ambiental
CWA	<i>Clean Water Act</i> - Política Americana da Água Limpa
DAAE	Departamento Autônomo de Águas e Esgotos
DAEE	Departamento de Águas e de Energia Elétrica
DAIA	Departamento de Avaliação de Impactos Ambientais
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DEPRN	Departamento Estadual de Proteção dos Recursos Naturais
DQO	Demanda Química de Oxigênio
DUSM	Departamento de Uso do Solo Metropolitano
E.E.	Estação Elevatória
EMAS	<i>Eco Management and Audit Scheme</i> - Plano de Auditoria e Eco-Gestão
EPIA	Estudo Prévio de Impacto Ambiental
ETA	Estação de Tratamento de Água
FIESP	Federação das Indústrias do Estado de São Paulo



FWPCA	<i>Federal Water Pollution Control Act</i> - Política Americana de Controle de Poluição da Água
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ISO	<i>International Standard Organization</i> – Organização Internacional de Padronização
MP	Ministério Público
NEPA	<i>National Environmental Policy Act</i> - Política Americana de Proteção Ambiental
NPDES	<i>National Pollutant Discharge Elimination System</i> - Sistema Nacional de Eliminação de Despejo Poluidor
NUMA/EESC-	
USP	Núcleo de Manufatura Avançada
ONU	Organização das Nações Unidas
PNMA	Política Nacional do Meio Ambiente
PNRH	Política Nacional dos Recursos Hídricos
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
PT/TR	Plano de Trabalho ou Termo de Referência
RAP	Relatório Ambiental Preliminar
RCRA	<i>Resource Conservation and Recovery Act</i> - Política Americana de Conservação e Recuperação de Recursos
RIMA	Relatório de Impacto ao Meio Ambiente
SANEPAR	Companhia de Saneamento do Estado do Paraná
SEMA	Secretaria Especial de Meio Ambiente
SESA	Serviço Especial de Saúde
SGA	Sistema de Gestão Ambiental
SISNAMA	Sistema Nacional do Meio Ambiente
SST	Sólidos Suspensos Totais
SMA	Secretaria do Meio Ambiente
TAC	Termo de Ajustamento de Conduta
UGHRI	Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos
UNIARA	Universidade de Araraquara
USEPA	<i>Environmental Protection Agency</i> – Agência de Proteção Ambiental Norte Americana
WHO	<i>World Health Organization</i> - Organização Mundial de Saúde

## RESUMO

PECCI FILHO, R. (2005). *Estudo Sobre a Adequação Ambiental dos Serviços de Água e Esgoto*. São Carlos, 2005, 155p. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

A consideração dos fatores ambientais no processo decisório sobre a implementação de atividades econômicas é condição básica para o desenvolvimento sustentável. Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo principal avaliar a possibilidade de um serviço de água e esgoto atuar ou proceder visando a sustentabilidade ambiental, notadamente observando os dispositivos legais de gestão ambiental.

Para a consecução de tal objeto, foi realizada uma ampla revisão bibliográfica para a definição dos fatores ambientais, instrumentos de gestão ambiental e dispositivos legais pertinentes que foram considerados na adequação ambiental de serviços de água e esgoto, a partir da elaboração de uma matriz de impactos, com decorrente identificação desses fatores frente aos diferentes processos dessas atividades. Foram consideradas todas as etapas, quais sejam: captação, adução, tratamento, distribuição, coleta, tratamento de esgoto e lançamento no corpo receptor, inclusive os respectivos resíduos, como o lodo.

Os estudos realizados foram aplicados ao DAAE de Araraquara como um caso prático, aproveitando que este dispõe de tratamentos de água e esgoto e uma Autarquia bem estruturada e com informações disponíveis.

Por fim, foram apresentados os resultados obtidos no estudo de caso e feitas discussões a respeito dos impactos ambientais e das (in)conformidades diagnosticadas no DAAE Araraquara

Palavras Chave: Tratamento de Água, Tratamento de Esgoto, Adequação Ambiental; Gestão Ambiental

## ABSTRACT

PECCI FILHO, R. (2005). *Study of Environmental Adequateness of Water and Wastewater Services*. São Carlos, 2005, 155p Thesis (Ph.D.) – School of Engineering of São Carlos, University of São Paulo.

Consideration of environmental factors in the decision making procedure when a new enterprise is being planned is a basic condition to maintain a sustainable development. Taking this into consideration the objective of this work was the study of environmental adequateness of water and wastewater services.

To reach such an objective, study and definition of environmental variables, environmental management mechanisms and related legal resources was carried out, considering the environmental fitting of water and wastewater services, through an impact matrix, with resulting identification of these variables with regard to the different procedures of these activities. All stages of the water and wastewater service were considered: piping, distribution, water treatment, collection, sewage treatment and disposal of the treated sewage and solids from the treatment. A case study, considering the city of Araraquara, was carried out as this city has a well structured company and a good data bank.

Finally, results obtained in the case study were presented and discussions about environmental impact and (non-)conformities found in Araraquara's DAAE were carried through.

Keywords: Water Treatment, Waste Treatment, Environmental Adequateness; Environmental Management



# 1

## INTRODUÇÃO

O Desenvolvimento Sustentável constitui um novo paradigma, que tem como objetivo conciliar crescimento econômico à qualidade ambiental. Devido a problemas como poluição, pobreza e escassez de recursos, a humanidade tem tido uma nova maneira de pensar o desenvolvimento.

Segundo COSTANZA (1994), sustentabilidade é a relação entre sistemas econômicos e sistemas ecológicos maiores, sendo ambos dinâmicos. Entretanto, os sistemas ecológicos são caracterizados por mudanças lentas, nos quais a vida humana poderá continuar indefinidamente, proporcionando um desenvolvimento dos indivíduos e das culturas humanas, caso os efeitos das atividades antrópicas estejam alertas a seus limites, não destruindo a diversidade, complexidade e funcionamento dos sistemas ecológicos que dão suporte à vida.

É de fundamental importância a preocupação com a correta apropriação dos recursos, pois estes devem ser administrados de maneira sustentável, e que os efeitos do Desenvolvimento Sustentável sigam em direção à justiça social e à preocupação com as futuras gerações.

Segundo Gro Brundtland, então primeira ministra da Noruega, no Relatório Nosso Futuro Comum (1987): "O Desenvolvimento Sustentável é aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem às suas próprias necessidades".

No ano de 1992, na cidade do Rio de Janeiro foi realizada a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento - CNUMAD, conhecida por ECO-92, na qual foi criada a Agenda 21, que é a proposta mais consistente que existe de como alcançar o desenvolvimento sustentável, isto é, de como podem continuar se desenvolvendo os países signatários e suas



comunidades sem destruir o meio ambiente e com maior justiça social.

→ Na avaliação de SOUZA *et. al* (2000), em consonância com o preconizado pelo desenvolvimento sustentável, a adequação ambiental deverá ser praticada pelas empresas e pelos governos, que observarão a dimensão temporal, a dimensão espacial e a participação da sociedade no processo decisório.

Para DONAIRE (1999), atitudes e medidas racionais para proteger o meio ambiente tornam-se rapidamente condição *sine qua non* para bons negócios e para a própria sobrevivência da empresa no mercado.

Nas áreas urbanas, os sistemas de abastecimento de água e de coleta de esgoto sanitário são serviços essenciais e o crescimento populacional tem solicitado uma demanda sempre crescente de água com boa qualidade, enquanto a geração de águas residuárias sanitárias e industriais é cada dia maior, fazendo com que a degradação do meio ambiente aumente quando estes problemas não são equacionados de forma coerente. As bacias hidrográficas dos grandes centros urbanos têm sofrido ações negativas intensas, com comprometimento rápido da qualidade.

Segundo o professor Jurandy Povinelli no prefácio de REALI (1999), a preocupação com os recursos hídricos, o saneamento e a qualidade de vida tem crescido em todo o mundo. Garantir que os mananciais forneçam às atuais e futuras gerações deve ser nossa preocupação. Deve-se garantir condições seguras para o ar que respiramos, destinação correta para milhares de toneladas de lixo que produzimos diariamente, controle de poluentes perigosos, entre outros tantos problemas. Não podemos permitir que as cidades se desenvolvam à custa da degradação ambiental e que as populações sucumbam por falta de condições adequadas de saneamento

→ Ademais, os sistemas de tratamento de água e esgoto visam apenas alcançar os padrões mínimos de qualidade estipulados pela legislação, quando o fazem, sem que haja, com isso, um comprometimento com o uso racional dos recursos hídricos, limitando-se apenas a tecnologias de fim de linha para a retirada de poluentes, não levando em consideração os impactos sobre os ambientes aquáticos e a sustentabilidade ambiental do sistema como um todo.

Levantamento realizado por CORDEIRO (1993) mostrou que a sistemática de gestão das Estações de Tratamento de Água (ETAs) é bastante

parecida em todo o Brasil, particularmente no Estado de São Paulo. Desta forma, diariamente são gerados no Brasil alguns milhares de toneladas de rejeitos que são dispostos no ambiente.

Quando da não disposição do lodo de ETA em sistemas independentes, como por exemplo, aterros sanitários, o gerenciamento dos sistemas de tratamento de água e de esgoto torna-se muito importante, pois a questão do tratamento de água e de esgoto está interligada. A gestão inadequada de lodos de uma Estação de Tratamento de Água pode prejudicar significativamente o funcionamento de uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE).

Neste contexto, SOUZA (1996) ensina que quando o assunto é o meio ambiente, a dimensão do gerenciamento assume um significado muito amplo, pois o tema envolve um grande número de variáveis que interagem simultaneamente. Sendo assim, para gerenciar as atividades humanas, sob o prisma da questão ambiental, não se pode perder a visão do todo, a integração entre as partes e o objetivo maior em que se insere a ação ou a atividade que se está desenvolvendo, ou seja, a que ela representa na globalidade da questão ambiental.

Segundo CORDEIRO (1999), no Brasil é comum a disposição do lodo gerado nas ETAs em cursos d'água sem nenhuma forma de tratamento, sem que se saiba quais os impactos que estes resíduos podem causar ao meio ambiente. Vários questionamentos sobre as características, produção e impactos ambientais desses resíduos ainda não possuem respostas satisfatórias que possibilitem o equacionamento do problema. Isto se deve à grande carência de pesquisas científicas e tecnológicas sobre o tema, e os poucos dados existentes no Brasil estão totalmente dispersos, o que dificulta as ações nesse campo. Além disso, não existe, por parte da grande maioria dos técnicos envolvidos no setor, a conscientização efetiva sobre a importância do assunto.

A Política Nacional do Meio Ambiente, instituída pela lei 6.938/81, inclui, entre os seus instrumentos, "o licenciamento e a revisão de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras" (art. 9º, IV).

A Resolução do CONAMA 237/97 é atualmente o principal instrumento normativo que regulamenta o licenciamento ambiental de atividades causadoras de impacto ambiental. No Anexo I desta resolução estão elencadas



as atividades ou empreendimentos sujeitos ao licenciamento ambiental. No item 18 deste anexo estão, dentre outros: estações de tratamento de água; interceptores, emissários, estação elevatória e tratamento de esgoto sanitário; tratamento e destinação de resíduos sólidos urbanos, inclusive aqueles provenientes de fossas.

No Estado de São Paulo, a Resolução SMA 42/94 instituiu o chamado RAP - *Relatório Ambiental Preliminar*, utilizado pela Secretaria do Meio Ambiente de São Paulo, que constitui um documento no qual o empreendedor submete preliminarmente ao órgão ambiental a descrição da obra ou empreendimento para que esse, a seu critério, julgue sobre a necessidade de elaboração do Estudo Prévio de Impacto Ambiental/Relatório de Impacto Ambiental - EPIA/RIMA.

O EPIA, segundo SOUZA (2000), é um procedimento analítico-científico realizado por uma equipe multidisciplinar. Ele tem por objetivo descrever os impactos ambientais previsíveis em decorrência de obras ou atividades a serem implantadas em determinada área, com sugestões específicas relacionadas a alternativas que sejam consideradas apropriadas para diminuir impactos negativos sobre o meio. Concluído o referido estudo, o responsável deverá sintetizá-lo de maneira clara e concisa, sob a forma de um relatório – o RIMA, que deverá servir como instrumento de divulgação, discussão e julgamento por parte dos envolvidos.

Na Pesquisa Nacional de Saneamento Básico, realizada pelo IBGE em 2002, pôde-se constatar que: 31 milhões de pessoas vivem sem água de qualidade no Brasil; apenas 41,60% dos distritos dispõem de coleta de esgoto; somente 35% do total de esgoto coletado dispõem de tratamento; 38% dos distritos abastecidos recebem água sem tratamento; investimento de apenas 5% dos orçamentos municipais em limpeza urbana em mais de 80% dos municípios.

Segundo CETESB (2003), os municípios de Americana, Indaiatuba, Limeira e São Carlos, ambos na região central do Estado de São Paulo e com aproximadamente 200.000 habitantes de população urbana segundo Censo 2000, apresentam em média 88% de esgoto sanitário coletado. Com respeito ao tratamento de esgoto coletado, apresentam os seguintes índices: Americana (72%), Indaiatuba (10%), Limeira (5%) e São Carlos (3%). Neste panorama,

cabe destacar atuação de Araraquara que apesar de se encontrar na mesma situação geográfica e populacional apresenta índices de coleta e tratamento de esgoto muito superior à média brasileira.

A cidade de Araraquara está localizada no centro do Estado de São Paulo e possui uma população de aproximadamente 197.000 habitantes. O abastecimento de água em Araraquara atende a 100% da população por meio da captação de águas superficiais e de poços profundos. O tratamento de água é realizado nas Estações de Tratamento de Água: Fonte (ETA-Fonte) e Paiol (ETA-Paiol). O sistema de coleta de esgotos atinge 98,20% da população, sendo que 100% do esgoto coletado é tratado.

Dentro desse contexto, e tendo em vista que a cidade de Araraquara - SP possui o Departamento Autônomo de Água e Esgoto, uma Companhia bem estruturada e com informações disponíveis, neste trabalho escolheu-se essa cidade para que se possa estudar possibilidade de um serviço de água\* e esgoto\*\* atuar ou proceder visando à sustentabilidade ambiental.

A metodologia utilizada, os dados e questões levantadas, bem como as conclusões resultantes desse estudo, encontram-se descritos a seguir.

No Capítulo 3, "O Estado da Arte", é feita uma contextualização da pesquisa, enfocando os impactos ambientais dos serviços de água e esgoto, as três principais vertentes do desenvolvimento sustentável, a gestão ambiental, os aspectos principais do consumo sustentável e do reúso de água e por fim, as legislações concernentes ao lançamento de estações de tratamento de água e esgoto em países da América do Norte e Europa.

No Capítulo 4, "Adequação Ambiental", que está subdividido em:

- sob o prisma Empresarial: são abordados os sistemas de gestão ambiental NBR ISO 14000 e EMAS (Plano de Auditoria e Eco-Gestão), bem como a avaliação de desempenho ambiental como ferramentas para minimizar os impactos ambientais das atividades produtoras,
- Sob o prisma Legal: são abordados a atuação do Ministério Público e os instrumentos de gestão e dispositivos legais aplicáveis à tutela do meio ambiente.

---

\* Entenda-se serviço de água como o sistema necessário para o abastecimento de água potável.

\*\* Entenda-se serviço de esgoto como o sistema necessário para o tratamento de esgoto sanitário.



No Capítulo 5, “Serviço de Água”, são apresentados os aspectos técnicos, tais como toxicidade e geração de resíduos, bem como os impactos ambientais sistematicamente identificados nas etapas de tratamento de água. Ademais, estas etapas são analisadas com enfoque dos instrumentos de gestão ambiental.

No Capítulo 6, “Serviço de Esgoto”, são abordados os mesmos aspectos do capítulo 5, entretanto, feitos para o tratamento de esgoto.

No Capítulo 7, “Materiais e Métodos”, encontra-se descrito a metodologia aplicada para o desenvolvimento deste trabalho.

No Capítulo 8, “Resultados e Discussões” são apresentados os resultados obtidos no estudo de caso e são feitas discussões a respeito dos impactos ambientais e das (in)conformidades diagnosticadas no DAAE Araraquara.

Por fim, no Capítulo 9, “Conclusões e Recomendações”, são apresentadas as conclusões obtidas por meio da análise dos dados levantados e são propostas algumas ações para melhoria da qualidade ambiental das etapas do serviço de água e esgoto do DAAE Araraquara.

## 2

### OBJETIVOS

O objetivo básico proposto para essa pesquisa é o de avaliar a possibilidade de um serviço de água e esgoto atuar ou proceder visando a sustentabilidade ambiental, notadamente observando os dispositivos legais de gestão ambiental. Se possível, identificar quais os procedimentos e critérios a serem adotados.

Para tanto, também devem ser considerados como objetivos específicos:

- ✓ Estudar e definir quais os fatores ambientais, instrumentos de gestão ambiental e dispositivos legais devem ser considerados na adequação ambiental dos sistemas de tratamento de água e esgoto de empresas prestadoras de serviço de saneamento básico para pequenas e médias cidades.
- ✓ Aplicar o arcabouço conceitual desenvolvido na análise dos dados relacionados aos tratamentos de água e esgoto da cidade de Araraquara;

### 3

## O ESTADO DA ARTE

Segundo REALI (1999), a disposição de esgotos brutos em solo ou em corpos receptores naturais, como lagoas, rios, oceanos, é uma alternativa que foi e ainda é empregada de forma muito intensa.

Ainda ensina o referido autor, que dependendo da carga orgânica lançada, os esgotos provocam a total degradação do ambiente (solo, água e ar) ou, em outros casos, o meio demonstra ter condições de receber e de decompor os contaminantes até alcançar um nível que não cause problemas ou alterações acentuadas que prejudiquem o ecossistema local e circunvizinho.

Tradicionalmente, no Brasil, a maior preocupação tem sido em relação aos resíduos gerados em estações de tratamento de esgotos (ETEs), e pouco se tem discutido em relação aos resíduos gerados em estações de tratamento de água de abastecimento, principalmente em relação ao lodo gerado na ETA que é em muitos casos indevidamente lançado em corpos d'água (CORDEIRO<sup>s</sup> apud REALI, 1999).

“Em muitos países os serviços de tratamento de água são considerados como indústrias, devendo as águas decorrentes de lavagens de filtros, limpezas de decantadores e de tanques de soluções de produtos químicos, entre outros, serem devidamente tratadas antes de serem dispostas, pois apresentam substâncias prejudiciais ao meio ambiente” (SCALIZE, 1997).

Dentro desta concepção de indústria, a “indústria da água” apresenta uma incoerência muito grande que é a disposição dos resíduos gerados no processo sem a preocupação de avaliar os impactos que esta disposição irá causar. Numa visão global do processo, esta disposição, às vezes criminosa, prejudicará o corpo receptor e conseqüentemente uma outra comunidade que utilize a água deste mesmo corpo receptor.



Segundo METCALF & EDDY (1995), para o tratamento e a disposição dos lodos de estação de tratamento de água têm sido utilizados alguns métodos tradicionais já consolidados para resíduos de estações de tratamento de esgotos sanitários e industriais. Dentre essas alternativas podem ser citados os seguintes métodos, ou equipamentos: disposição no solo; disposição em lagoas; lançamento direto em águas superficiais; lançamento na rede de esgoto; leitos de secagem; filtros-prensa; centrífugas; filtro a vácuo; recuperação de sulfato de alumínio; utilização do lodo gerado na ETA como auxiliar no processo de coagulação-floculação; prensa desagüadora ("belt-press"); flotação.

Dentre os métodos citados os que mais são comuns no Brasil são o lançamento direto em águas superficiais ou na rede de esgoto, o que gera grandes impactos ambientais e conseqüentemente a diminuição da qualidade de mananciais que são utilizados para o abastecimento de outras comunidades.

No trabalho realizado por CORDEIRO (1993), pode-se claramente perceber os impactos ocasionados no rio Monjolinho no momento do lançamento direto dos resíduos da ETA de São Carlos no rio. Os valores de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Sólidos Sedimentáveis e Totais, Cor Aparente, Concentração de Potássio, Cádmiio, Cromo, Cobre, Níquel, Chumbo, Ferro e Alumínio estão muito além do que eram no momento anterior ao lançamento, mostrando assim os sérios danos que os resíduos causam no corpo de água.

BARBOSA (2000) constatou que metais como Alumínio, Manganês e Ferro, juntamente com a Demanda Química de Oxigênio (DQO), foram identificados como os principais parâmetros que aumentam a degradação dos corpos receptores que recebem os lançamentos dos efluentes das ETAs.

Concluindo o referido autor que a disposição "in natura" dos efluentes das ETAs prejudica a biota aquática e compromete a qualidade da água e do sedimento dos corpos receptores

O sistema de tratamento de água de abastecimento e esgotos tem características similares a qualquer indústria, onde uma determinada matéria-

---

§ CORDEIRO, J. C. *Importância do Tratamento e Disposição Adequada dos Efluentes Líquidos de ETAs* in: REALI (1999) p. 3



prima é trabalhada através de diversas operações e processos, resultando em um produto final. Esses sistemas geram resíduos em diversas etapas, e estes podem possuir as mais diferenciadas características, relacionadas à matéria-prima, aos produtos químicos adicionados, ao arranjo físico da estação, às etapas definitivas no projeto, às condições de operação, dentre outros (CORDEIRO\*\* apud REALI,1999).

O aparecimento das séries de normas da *International Standard Organization* ISO 9000 e ISO 14000 têm propiciado discussões que apresentam como enfoque a melhoria dos serviços prestados à população. A série ISO 14000 pode ajudar a empresa a não destruir o meio ambiente, neste contexto, qualidade ambiental e produtividade poderão andar juntas, tornando o produto mais competitivo no mercado, uma vez que as questões ambientais passaram a ser consideradas como parte da estratégia de negócios da empresa. Estas normas fornecem à administração dos negócios uma estrutura para gerenciar os eventuais impactos ambientais que a empresa gera ou pode vir a gerar.

Conseqüentemente, o gerenciamento adequado dos sistemas de tratamento de águas de abastecimento e residuárias será fundamental para que os mesmos não prejudiquem o meio ambiente. Para tanto, os responsáveis por essa gestão devem estar devidamente preparados para equacionar os problemas que exigem ampla visão do funcionamento dos sistemas operados, não apenas se preocupando com a qualidade do produto final, mas atentos também aos seguintes aspectos: proteção efetiva dos mananciais, qualidade dos produtos químicos empregados, quantidade e características dos resíduos gerados. (PARSEKIAN,1998).

Contudo, há que se observar o posicionamento de MAGNANI (2000), segundo a qual, a NBR ISO 14001 não contém nenhum instrumento que exija, ou mesmo estimule e contribua para que aspectos de **estudo da localização** do empreendimento, necessários à garantia da adequação ambiental, sejam inseridos no Sistema de Gestão Ambiental (SGA) e na conseqüente certificação ambiental da atividade.

---

\*\* CORDEIRO, J. C. *Importância do Tratamento e Disposição Adequada dos Efluentes Líquidos de ETAs* in: REALI (1999) p. 3

A Lei nº. 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências, preceitua em seu artigo 2º que: “tem por objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia a vida, visando assegurar no País, condições de desenvolvimento sócio-econômico, aos interesses da segurança nacional e a proteção da dignidade da vida humana, atendendo a princípios”. Por meio desta lei foram criados: o Sistema Nacional do Meio Ambiente - SISNAMA; Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA; Secretaria Especial de Meio Ambiente – SEMA (atualmente IBAMA) e os órgãos estaduais e locais de meio ambiente.

De acordo com o art. 6º, inciso II da Lei 6.938/81, o CONAMA tem como finalidade “assessorar, estudar e propor ao conselho de governo, diretrizes de políticas governamentais para o meio ambiente e os recursos naturais e deliberar, no âmbito de sua competência, sobre normas e padrões compatíveis com o meio ambiente ecologicamente equilibrado e essencial à sadia qualidade de vida”.

O CONAMA publicou a Resolução nº. 20, de 15 de junho de 1986, que classificou as águas doces, salobras e salinas no Brasil, estabelecendo o tipo de tratamento requerido para as águas destinadas ao abastecimento público.

No estado de São Paulo, o Decreto-Lei no. 8.468, de 8 de setembro de 1976, estabelece as condições gerais sobre poluição. No artigo 19-B desse decreto lei, no parágrafo único consta: “O lodo proveniente do tratamento das fontes de poluição industrial, bem como o material proveniente da limpeza de fossas sépticas, poderá a critério e mediante autorização expressa da entidade responsável pela operação do sistema, ser recebido pelo sistema público de esgotos, proibidos sua disposição em galerias de águas pluviais ou em corpos d’água.”

→ A NBR-10.004 de setembro de 1987 define resíduos sólidos como “Resíduos no estado sólido e semi-sólido que resultam de atividades da comunidade de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nessa definição *os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água*, aqueles oriundos em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas peculiaridades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou



corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível”.

Segundo DENNISON (1998), as companhias de saneamento privatizadas da Grã-Bretanha vêm enfrentando o desafio de rever suas práticas em termos de performances ambientais. Na última década tem havido um aumento na preocupação ambiental, tanto que o meio ambiente é agora reconhecido como uma das maiores preocupações em qualquer trabalho proposto seja o desenho de um projeto ou a otimização de um processo. Adicionalmente, os consumidores estão se tornando mais críticos em relação aos serviços recebidos, aumentando assim a responsabilidade ambiental por parte desta indústria. Atualmente, a avaliação de impactos ambientais vem sendo parte do processo de decisão dentre alternativas quando da escolha para novos métodos de operação.

Para BARKER (1999), a avaliação de impactos ambientais é a uma ferramenta que procura assegurar o desenvolvimento sustentável por meio de uma estimativa dos impactos advindos das atividades principais (políticas, planos, programas ou projetos) que possivelmente terão efeitos significantes no meio ambiente.

O processo de avaliação de impactos ambientais foi formalmente desenvolvida como parte da Política Americana de Proteção Ambiental (National Environmental Policy Act – NEPA) em 1969 nos Estados Unidos. e tem se tornado requerido em mais de 100 países (CANTER, 1996). De acordo com a Comissão da Comunidade Européia apud BARKER (1999), a avaliação de impacto ambiental foi apresentada aos Estados Membros da Comunidade Européia em Julho de 1988, com a aprovação da Diretiva 85/337/EEC. Esta diretiva especificou que o empreendedor deve apresentar informações na forma de Estudo de Impacto Ambiental e proíbe a autoridade competente de tomar qualquer decisão antes da audiência pública. Como será visto adiante, esta diretiva foi alterada pela Diretiva 97/11/CE.

### **3.1 – O PROCESSO DE AIA NOS EUA**

O congresso Norte Americano aprovou a Política Americana de Proteção Ambiental em 1969 no ápice da conscientização ambiental americana

(WAGNER e BENSON<sup>††</sup> apud MAZA, 2001). Na seção 101 (b) desta política estão presentes os objetivos a serem alcançados almejando a Proteção Ambiental. Para tal, o congresso definiu um mecanismo específico: a preparação de um Estudo de Impacto Ambiental para as principais ações federais que significativamente afetam a qualidade do meio ambiente.

Um dos propósitos do Estudo do Impacto Ambiental (EIA) é servir como instrumento que garanta que as políticas e metas definidas na NEPA estejam presentes nos programas do Governo Federal. O EIA deve propiciar uma justa e completa discussão dos impactos ambientais significativos, e informar aos tomadores de decisão e ao público as razoáveis alternativas que poderão evitar ou minimizar os impactos adversos ou melhorar a qualidade do meio ambiente. Dentre as diversas recomendações para se preparar um EIA, está a que diz: “o Estudo de Impacto Ambiental deve servir como um meio de se avaliar o impacto causado pelas ações a serem tomadas, ao invés de apenas justificar as que já foram tomadas”.

O Estatuto regimental da NEPA foi definido posteriormente pelo Presidente do Conselho de Qualidade Ambiental (CEQ) como forma de implementação da Política. A pretensão básica deste estatuto e regulamentações é encorajar as agências à considerarem os fatores ambientais no seu processo de decisão, como o objetivo de assegurar que as ações propostas contenham medidas para proteção, mitigação e melhora do meio ambiente. O Conselho define três diferentes níveis de revisão destas ações: exclusão categórica, avaliação ambiental e estudo de impacto ambiental, as quais ajudam as agências federais a identificar claramente os efeitos em potencial das suas ações propostas. As agências federais devem utilizar-se destes níveis para informar os tomadores de decisões dos efeitos ambientais de cada ação proposta, e em alguns casos, das alternativas propostas para cada ação. Este processo, segundo o Conselho, irá proteger melhor o meio ambiente das ações propostas.

O propósito da Política Ambiental de Proteção Ambiental é garantir um meio ambiente seguro, diverso e produtivo. Em teoria, estas condições serão

---

<sup>††</sup> WAGNER T.P., BENSON L.A.(1992) Compliance with NEPA at federal superfund sites. Environ. Prof.; 14:109 - 16.



alcançadas pelo balanço entre as necessidades da sociedade e pela necessidade de manter e proteger a qualidade do meio ambiente.

Na Figura 1 pode ser visto o processo geral do Estudo de Impacto Ambiental nos EUA.

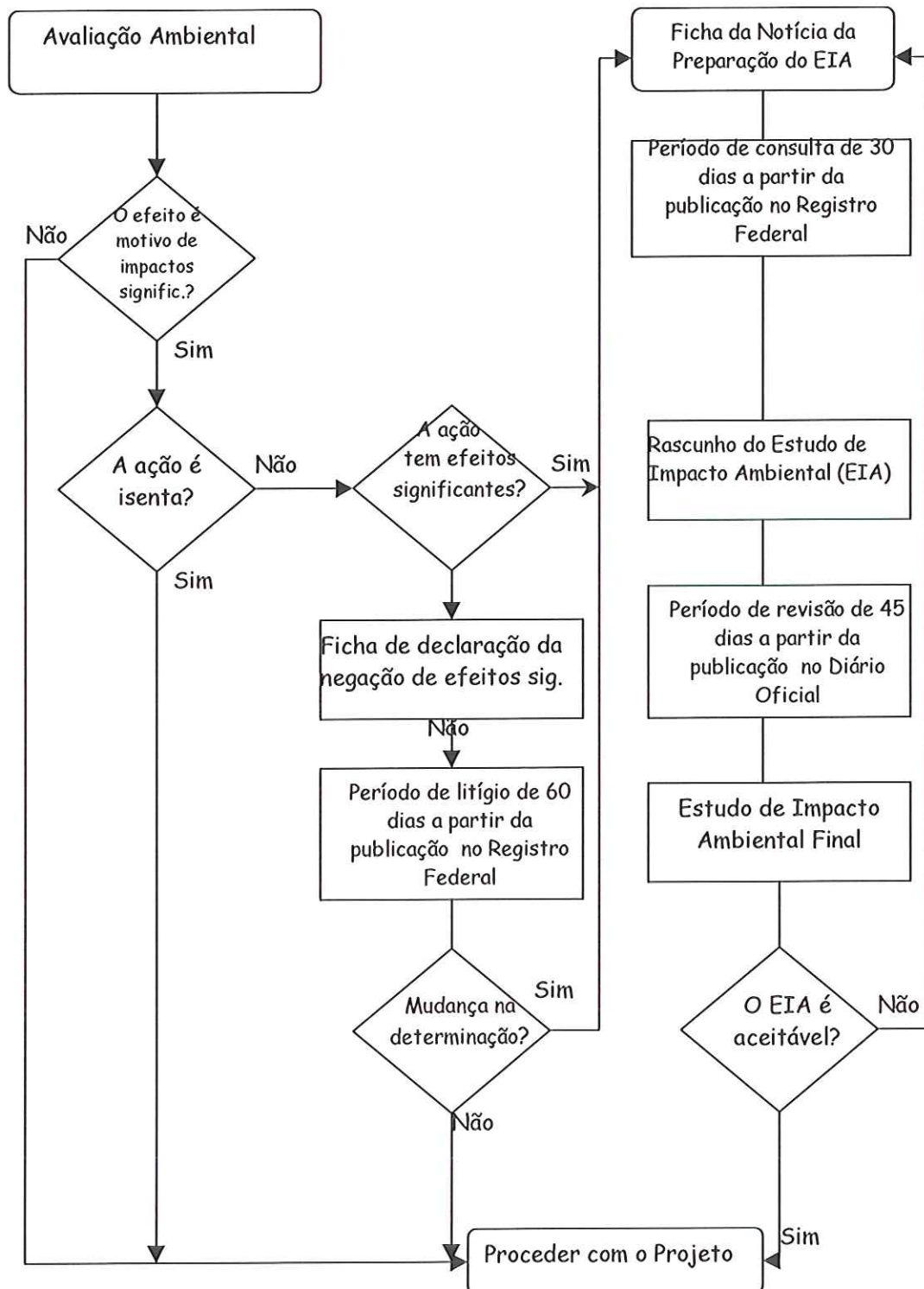


Figura 1 – Fluxograma do Processo geral do Estudo de Impacto Ambiental nos EUA.  
Fonte: Adaptado de MAZA (2001)

### 3.2 – AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL NA EUROPA

Segundo GLASSON, J. e SALVADOR, N. N. B. (2000), a Política Americana de Proteção Ambiental tem servido de modelo para regulamentação da avaliação de impacto ambiental por todo o mundo. O Conselho de Ministros Europeus aprovou a diretiva 85/337/EEC em 27 de Junho de 1985 requerendo que seus “estados membros” adotassem os procedimentos de avaliação de impacto ambiental. Similarmente à Política Americana de Proteção Ambiental, o processo de avaliação de impacto ambiental inclui a prévia determinação se o projeto proposto resultará em efeitos ambientais significantes. Os procedimentos desta avaliação são aplicáveis para ações governamentais e projetos privados. A Diretiva estabelece princípios básicos de avaliação e requerimentos procedimentais e lista os tipos de projetos nos quais a avaliação ambiental deve ser obrigatória e nos quais devem ser preparadas. Os estados membros têm considerável autonomia no desenvolvimento de detalhes de suas legislações e podem determinar em quais projetos desta lista serão obrigatórios os estudos de impactos ambientais. Os Estados Membros que estão implementando as práticas da avaliação de impacto ambiental são: Alemanha, Áustria, Bélgica, Dinamarca, Espanha, Finlândia, França, Grécia, Grã-Bretanha, Holanda, Irlanda, Itália, Luxemburgo, Portugal e Suécia.

Cabe salientar que a diretiva 85/337/EEC foi alterada pela Diretiva 97/11/CE, que prevê, dentre outras modificações, que os projetos que possam ter um impacto significativo no ambiente, principalmente pela sua **natureza, dimensão ou localização**, fiquem sujeitos a um pedido de aprovação e a uma avaliação dos seus efeitos pelo Estado-Membro.

### 3.3 – SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL

Segundo SOUZA *et. al.* (2000), a figura “adequação ambiental” (figura 2) ilustra as três principais vertentes do desenvolvimento ambiental. Dessa maneira, para a necessária adequação ambiental, as empresas deverão considerar, e explorar, além da localização ambientalmente favorável, as possibilidades oriundas na engenharia de ciclo de vida e na análise de ciclo de vida, que é uma técnica para avaliação dos aspectos ambientais e dos

impactos potenciais associados a um produto, compreendendo etapas que vão desde a retirada da natureza das matérias primas elementares que entram no sistema produtivo à disposição final do produto.

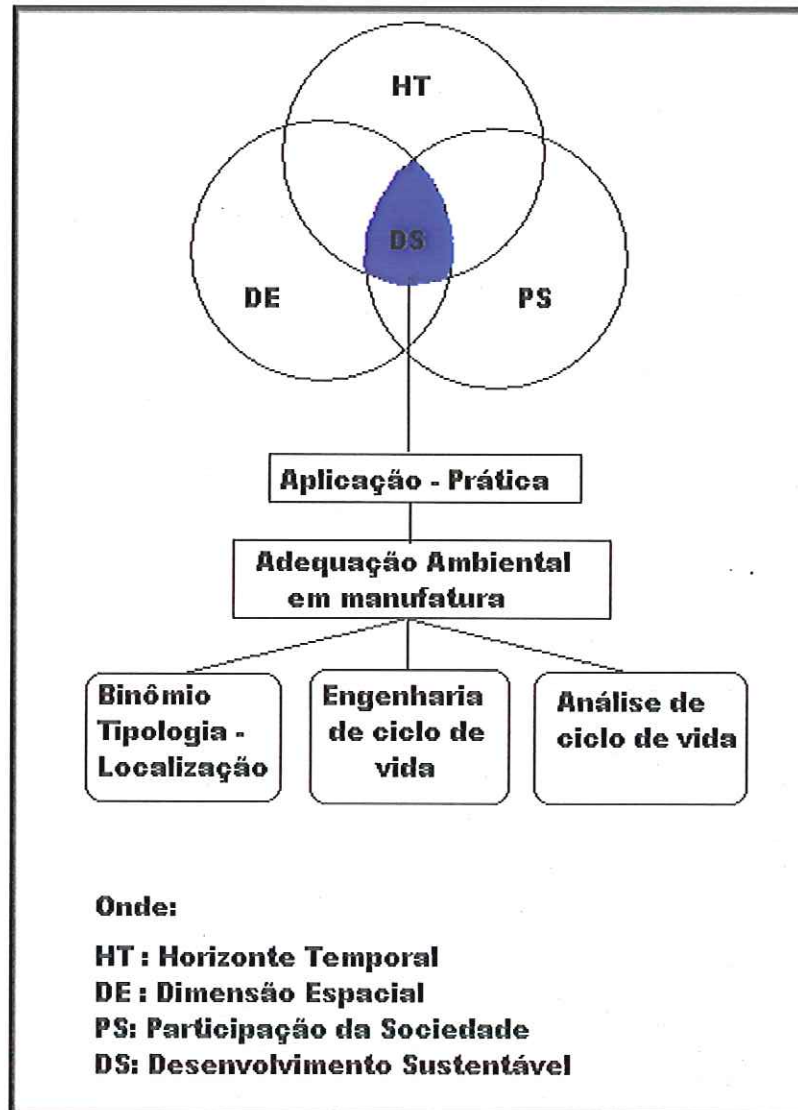


Figura 2: Adequação Ambiental - Fonte: SOUZA *et. al.* (2000)

Ainda na explicação dos referidos autores, a dimensão espacial, mencionada na Figura 2, remete às especificidades do local de atuação da empresa - espaço físico - por intermédio do binômio: tipologia-localização. Assim, um aspecto importante para a adequação ambiental é observar as características ambientais para implantar as atividades. Por exemplo, verificar a disponibilidade de recursos hídricos, a conformação do relevo, o tipo de solo existente, a presença de vegetação nativa e animais silvestres, entre outros, e



considerá-los no processo decisório no que se refere à localização, são pontos necessários para a almejada adequação ambiental da empresa. Essa verificação da disponibilidade do meio ambiente requer a participação da sociedade. Quanto à dimensão temporal, ela observa as necessidades e os anseios das gerações presente e futura. Essa análise traz algumas preocupações novas, tais como as estratégias para a desativação do empreendimento. O simples abandono de áreas não é aceito nos moldes sustentáveis de desenvolvimento.

Uma importante observação a respeito da sustentabilidade é feita por CAVALCANTI (1995). Ele acrescenta que o processo econômico não se auto-sustenta, pois ele não existe em um vácuo nem se dá isoladamente em relação ao meio ambiente no qual repousa. Dessa forma, qualquer mudança na ordem natural desse meio ambiente, pode acarretar alterações de caráter muitas vezes inesperado e irreversível, comprometendo a saúde do subsistema econômico, fortemente dependente do equilíbrio do sistema ambiental.

Segundo o referido autor, o conceito de sustentabilidade equivale à idéia de manutenção de nosso sistema de suporte da vida. Ele significa comportamento que procura obedecer às leis da natureza. Basicamente, trata-se do reconhecimento do que é biofisicamente possível, em uma perspectiva de longo prazo.

FILET<sup>††</sup> apud FERREIRA (1999) define como capacidade de suporte ambiental a habilidade dos ambientes em acomodar, assimilar e incorporar um conjunto de atividades antrópicas sem que suas funções naturais sejam fundamentalmente alteradas em termos de produtividade primária propiciada pela biodiversidade e que ainda proporcionem padrões de qualidade de vida aceitáveis às populações que habitam estes ambientes.

Posto isso, a observação da capacidade suporte do meio é condição essencial para a determinação da viabilidade ambiental de uma atividade, pois dependendo do local em que será instalada uma determinada atividade pode provocar impactos de diferentes magnitudes, como pode ser visto na figura 3.

Como bem observa MAGNANI (2000), atingir as proposições de desenvolver com sustentabilidade implica em observar que os estudos e/ou

---

<sup>††</sup> FILET, M. (1995) *Plano de Gerenciamento da região lagunar de Iguape e Cananéia*. In: Tauk, S.M. (org) *Análise ambiental: um visão multidisciplinar*. UNESP, p.141-142



cuidados com o meio natural e seus recursos sejam considerados especificamente de acordo com o local em questão, situados no momento em que se realiza o estudo (sem perder de vista as influências das ações já e a serem executadas em todo espaço de tempo necessário). Significa, ainda, ter garantido que o estudo/interferência seja endossado pela sociedade, participando através de grupos organizados que darão a legitimidade ao processo.

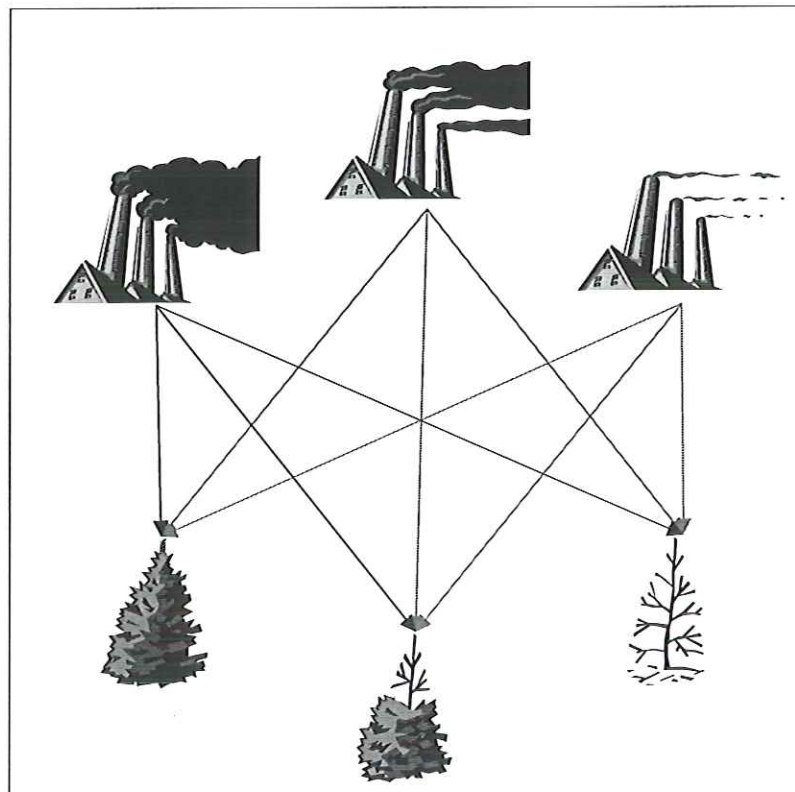


Figura 3 – Tipologia x Localização  
Fonte: MAGNANI (2000)

A primeira entidade que de forma sistematizada se preocupou com a padronização dos termos e critérios da análise do ciclo de vida foi a *Society of Environmental Toxicology and Chemistry*, que assim a definiu (CHEHEBE, 2002): “Análise Ciclo de Vida é um processo objetivo para avaliar os impactos ambientais associados a um produto, processo ou atividade mediante a identificação e quantificação do consumo de materiais e energia e das emissões no meio ambiente, e para identificar e avaliar as alternativas que supõe melhora ambiental. Essa análise cobre todo o ciclo de vida do produto, processo ou atividade a partir da extração e processamento da matéria-prima,

a fabricação, o transporte e a distribuição, a utilização, a reutilização, a manutenção e a reciclagem, até a disposição final do mesmo”.

Inserir o conceito de sustentabilidade a novos paradigmas de desenvolvimento requer a implementação de diferentes ações, refletindo preocupações e anseios de diferentes segmentos da sociedade. A *Agenda 21* aponta para a necessidade de uma ampla revisão das ações humanas, com vistas a conceber novas práticas capazes de propiciar um desenvolvimento mais equilibrado.

A ONU redigiu um documento em 22 de março de 1992 - intitulado "Declaração Universal dos Direitos da Água" do qual se faz relevante citar alguns destes direitos:

➤ “7 - A água não deve ser desperdiçada, nem poluída, nem envenenada. De maneira geral, sua utilização deve ser feita com consciência e discernimento para que não se chegue a uma situação de esgotamento ou de deterioração da qualidade das reservas atualmente disponíveis.

➤ 8 - A utilização da água implica em respeito à lei. Sua proteção constitui uma obrigação jurídica para todo homem ou grupo social que a utiliza. Esta questão não deve ser ignorada nem pelo homem nem pelo Estado.”

Prescreve o *caput* do artigo 225 da Constituição Federal de 1988 que: “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”.

Como visto, é garantia constitucional o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, entretanto o poder público “fecha os olhos” para a calamitosa situação em que apenas 35% dos 41,60% de esgoto coletado são tratados (IBGE, 2002). Não coletar o esgoto e ainda pior, não tratá-lo, impossibilita qualquer cidadão de viver em harmonia com o ambiente em que vive. Não é escopo deste trabalho discutir as questões político-financeiras desta importante problemática, entretanto, cabe a ressalva no sentido de que são difíceis de entender as reiteradas desculpas dos órgãos executivos reclamando não terem verbas para realizarem obras de saneamento, enquanto que, paralelamente financiam (incentivos fiscais, doação de área, infra-



estrutura, etc.) outras companhias a se instalarem na municipalidade sob a discutível contrapartida de geração de empregos.

### **3.3.1 – Gestão Ambiental**

Para TOLBA (1982), a gestão ambiental refere-se não a administração do meio ambiente, mas ao gerenciamento de todas as atividades humanas que tenham significativo impacto sobre o meio ambiente, impacto este determinado a partir da devida consideração das características ambientais. O mais premente objetivo da gestão ambiental é buscar a realização das necessidades humanas considerando-se os potenciais e as restrições dos sistemas ambientais, o que inclui os recursos naturais.

Relacionando gestão ambiental e processo de desenvolvimento, TOLBA (1982) considera que a gestão ambiental traz duas novas dimensões a este: alarga o conceito ao incluir como objetivo maior a qualidade ambiental; amplia-o no tempo por permitir que o mesmo se dê por um longo prazo em bases sustentáveis.

Para SOUZA (2000), cabe à caracterização ambiental determinar as vocações e as suscetibilidades naturais que a região apresenta, permitindo que as potencialidades sejam exploradas respeitando-se os limites da capacidade de suporte do meio ambiente.

De acordo com FERREIRA (1999), é função da análise ambiental o dimensionamento das vocações relativamente às melhores opções de oportunidades econômicas e sociais de forma harmoniosa com as condições e restrições ambientais apresentadas.

Em ALVARENGA (1997), é denominado avaliação ambiental o conjunto de ações que venham a fundamentar e otimizar processos decisórios envolvendo atividades transformadoras. Para o autor, as decisões envolvidas estarão orientadas para o desenvolvimento de planos capazes de otimizar o desempenho das atividades transformadoras minimizando adversidades, ou seja internalizar as externalidades negativas de acordo com o jargão da Economia.

Segundo SOUZA (1996), após o início dos esforços de implementação das medidas definidas pela estratégia de ação é preciso certificação contínua

de que os impactos benéficos e as medidas mitigadoras realmente vêm ocorrendo e atingindo os objetivos propostos. Assim, com o intuito de avaliar a eficácia das medidas adotadas e gerar condições para que haja uma realimentação do processo de gestão como um todo, é instituído o monitoramento.

Por fim, de acordo com SOUZA (1999), a gestão ambiental pode ser encarada como o grupo de procedimentos que visem a conciliação entre desenvolvimento e qualidade ambiental, a partir de necessidade identificada pela sociedade civil ou pelo Estado - situação mais comum - ou ainda por ambos.

Na Figura 4 pode ser visto a relação entre as etapas do sistema de gestão ambiental.

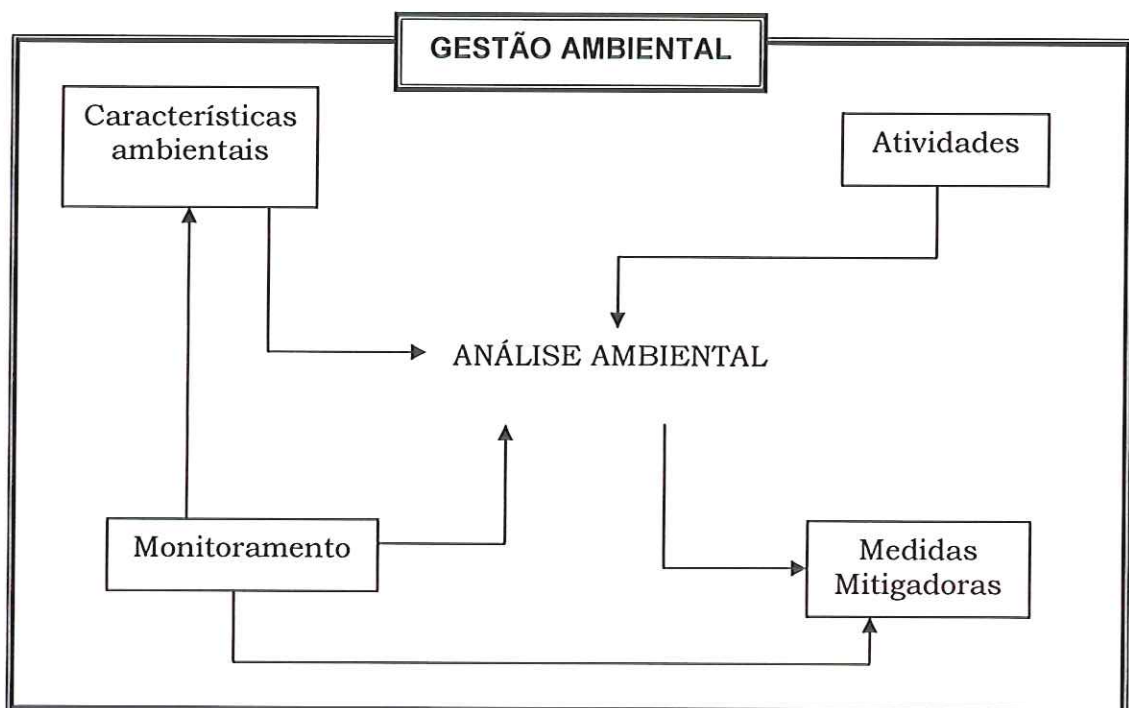


Figura 4 – Relação entre as etapas do Sistema de Gestão Ambiental

Fonte: (Souza,2000)

SOUZA (1999) ainda destaca a importância no conhecimento do meio e dos processos inerentes a este da atuação dos Centros de Pesquisa Particulares e Estatais, Fundações, Secretarias, Departamentos, etc., que apresentem contribuições e/ou atuem ou possam atuar sobre a fiscalização, a gestão, o manejo e a conservação do meio ambiente.

### 3.4 – CONSUMO SUSTENTÁVEL



A Agenda 21 dedica o capítulo 4 ao tema “Mudanças dos Padrões de Consumo”, tratando do exame dos padrões insustentáveis de produção e consumo e do desenvolvimento de política e estratégias nacionais de estímulos a mudança nos padrões insustentáveis de consumo.

Trata-se de um capítulo muito abrangente e que, por isso mesmo, é iniciado com a advertência de que a questão da mudança dos padrões de consumo não pode dissociar-se do estudo sobre energia, transportes e resíduos, sobre instrumentos econômicos, transferência de tecnologia e dinâmica e sustentabilidade demográfica.

A base para a ação no sentido da mudança dos padrões de consumo parte da premissa de que existe uma estreita relação entre pobreza e degradação do meio ambiente, pois, enquanto a pobreza acarreta determinados tipos de pressão ambiental, as principais causas da degradação constante do ambiente planetário são os padrões insustentáveis de consumo e produção, em especial nos países do Norte. Tais padrões de consumo e produção provocam o agravamento da pobreza e dos desequilíbrios nos padrões mundiais de consumo e produção.

O estudo do tema “Consumo Sustentável” abrange os principais aspectos relacionados com as pressões decorrentes de padrões de produção e consumo sobre o meio ambiente. Com relação aos recursos naturais, o capítulo 4º da Agenda 21 assim enuncia:

*“Base para a ação...*

*4.5. Especial atenção deve ser dedicada à demanda de recursos naturais gerada pelo consumo insustentável, bem como ao uso eficiente desses recursos, coerentemente com o objetivo de evitar o esgotamento desses recursos e de reduzir a poluição. Embora em determinadas partes do mundo os padrões de consumo sejam muito altos, as necessidades básicas do consumidor de um amplo segmento da humanidade não estão sendo atendidas. Isso se traduz em demanda excessiva e estilos de vida insustentáveis nos segmentos mais ricos, que exercem imensas pressões sobre o meio ambiente. Enquanto isso os segmentos mais pobres não têm condições de ser atendidos em suas necessidades de alimentação, saúde, moradia e educação. A mudança dos padrões de consumo exigirá uma*

*estratégia multifacetada centrada na demanda, no atendimento das necessidades básicas dos pobres e na redução do desperdício e do uso de recursos finitos no processo de produção. (...)*

*(...) Objetivos*

*4.7 É preciso adotar medidas que atendam aos seguintes objetivos amplos:*

*(a) Promover padrões de consumo e produção que reduzam as pressões ambientais e atendam às necessidades básicas da humanidade;*

*(b) Desenvolver uma melhor compreensão do papel do consumo e da forma de se implementar padrões de consumo mais sustentáveis.”*

O Comitê Brasileiro do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, PNUMA (2000), elenca algumas atitudes que poderiam ser tomadas para se economizar água, e garantir a sobrevivência do ser humano, assim como atender as necessidades das gerações futuras, tais como:

- ✓ Ter plena consciência de que a água é finita;
- ✓ Não fazer ligações clandestinas;
- ✓ Não fazer mau uso da água;
- ✓ Cobrar sempre das autoridades competentes, políticas adequadas de uso da água;
- ✓ Cobrar o controle de emissão de resíduos industriais e domésticos, para que eles sejam tratados antes de serem dispostos;
- ✓ Fiscalizar se o poluidor está pagando pelo lançamento de resíduos nos rios;
- ✓ Lembrar sempre que a água desperdiçada custa para o próprio bolso;
- ✓ Os proprietários e síndicos de imóveis devem sempre observar se o hidrômetro está funcionando direito, e controlar o consumo geral;
- ✓ Utilizar somente a quantidade de água necessária;
- ✓ Regar o jardim no verão pela manhã cedo ou à noite, para se evitar a evaporação, e no inverno dia sim e dia não;
- ✓ Evitar banhos prolongados;
- ✓ Não deixar a torneira aberta ao escovar os dentes e ao fazer barba;
- ✓ Fechar bem as torneiras;
- ✓ Verificar se há vazamentos, se houver, chamar um técnico;



- ✓ Olhar sempre as condições da caixa d'água, verificando rachaduras e se a bóia está em boas condições. Fazer o mesmo para a cisterna;
- ✓ Lavar previamente a louça em uma cuba, e em seguida lavá-las em água corrente, evitando manter a torneira aberta todo o tempo;
- ✓ Não varrer a calçada com água. Utilizar a vassoura primeiro, e posteriormente, jogar somente a água necessária a lavagem;
- ✓ Esperar até ter roupas suficientes para encher a máquina de lavar, e assim proceder a lavagem. O mesmo vale para a louça;

Neste sentido, tendo em vista que uma companhia de Água e Esgoto utiliza-se de um recurso natural de imensurável importância, faz-se necessário, visando a adequação ambiental, a adoção de medidas que evitem o desperdício no tratamento e na distribuição da água, bem como a instituição de campanhas de conscientização da população visando o consumo sustentável desta. Ademais, deve-se ter em mente a importância do reúso da água, que poderá ser utilizado no processo de tratamento de água e esgoto, bem como no gerenciamento dos recursos hídricos da área de atuação da companhia.

### 3.5 – REÚSO DA ÁGUA

Tendo em vista que a escassez dos recursos hídricos em algumas regiões do Brasil, principalmente no estado de São Paulo, poderá ser, ou em alguns casos já é, uma realidade, a adoção de estratégias relacionadas ao reúso da água vem ganhando destaque entre os diversos setores que se utilizam deste imprescindível recurso (HESPANHOL, 1997).

A opção pelo reúso da água visa, notadamente, garantir o atendimento às demandas exigidas para o desenvolvimento das diversas atividades humanas, possibilitando assim, os anseios por uma melhor qualidade de vida possam ser atingidos.

A reutilização da água está, em geral, ligada à sua escassez, resultante da pouca oferta ou da degradação dos mananciais existentes.

*Reutilizar* a água pressupõe um uso e um usuário anterior. E mais: pressupõe a presença de um próximo usuário diferente do anterior, ainda que o outro uso seqüencial não seja diferente do original.



A reutilização da água para o mesmo fim daquele uso original, pelo mesmo usuário, denomina-se *reciclagem*. “Reciclagem de água é o reuso interno das água, antes de sua descarga em um sistema geral de tratamento ou outro local de disposição, para servir como fonte suplementar de abastecimento do uso geral” (MANCUSO, 1992).

Será também considerado reuso da água, a reutilização de água pelo mesmo usuário, para um uso diferente do original. Assim, para a caracterização do reuso de água, uso ou usuário posterior devem ser diferentes.

Conforme regulamentação da Organização Mundial de Saúde – WHO (1973), as formas de reuso da água podem ser:

- **Reúso indireto:** o reúso indireto, assim se domina por haver uma disposição intermediária no ambiente da água já usada, uma ou mais vezes para uso dos mais diversos fins – em geral, doméstico ou industrial -, sendo despejadas nas águas superficiais ou subterrâneas e utilizadas novamente de forma diluída;
- **Reúso direto:** em reúso direto há uma deliberada reutilização da água, de forma planejada, de tal sorte que os usos anteriores e posteriores são sabidos e desejados pelos usuários, que por razões econômicas, ambientais ou por simples facilidade desejam assim proceder. “É o uso planejado e deliberado de esgotos de tratamentos para certas finalidades, como irrigação, uso industrial, recarga de aquífero e água potável”;
- **Reciclagem interna:** “é a reutilização da água pelo mesmo usuário e para o mesmo fim da utilização anterior, ocorrendo em geral internamente às instalações industriais, tendo como objetivo a economia de água e o controle da poluição”. Recentemente, com a possibilidade de cobrança pelo uso da água, tem-se apontado como vantagem da reciclagem a própria economia de recursos financeiros.

Outra classificação é proposta por WESTERHOFF apud MANCUSO (1992), que oferece a potabilidade da água de reúso, indicando que o uso

posterior poderá ser para o consumo humano direto e imediato e, portanto, com maior grau de exigência em seus parâmetros físico-químicos. Assim propõe:

➤ **Reúso Potável** que pode ser:

- **Direto:** quando o esgoto recuperado, por meio de tratamento avançado, é diretamente reutilizado no sistema de água potável. Aqui, evidentemente, em se tratando de água de reúso para consumo potável, o efluente deve ser recuperado e tratado convenientemente, para ser inserido no sistema de abastecimento. Portanto, o tratamento é indispensável.
- **Indireto:** Caso em que o esgoto, é disposto na coleção de águas superficiais ou subterrâneas para diluição, purificação natural e subsequente captação, tratamento e finalmente utilizado como água potável. Como na hipótese anterior, o tratamento é etapa necessária no reúso potável, ainda que indireto e passe por processo de depuração natural do meio ambiente.

Em 1992, a Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental publicou na série "Cadernos de Engenharia Sanitária e Ambiental", vol. 5, sobre reúso de água, no qual expressamente não recomenda o reúso potável direto porque:

- (a) a tecnologia disponível torna o custo proibitivo,
- (b) inexistente conhecimento em amplitude necessário sobre o rol de poluentes do recurso hídrico e
- (c) a dificuldade em controlar a flutuação da qualidade da água processada pode trazer riscos inaceitáveis à população.

HESPANHOL (1997) adverte que o reúso potável para abastecimento de populações, cuja fonte de água de reúso é proveniente de estações de tratamento de grandes centros urbanos, representa risco muito elevado e inaceitável, especialmente pela presença de organismos patogênicos e compostos orgânicos sintéticos.



Acrescenta o autor também o fator econômico de inviabilidade, uma vez que os custos de tratamento dos esgotos, nesse caso, alcançariam valores muito elevados.

Ademais, é importante lembrar que, em se tratando de reúso potável para abastecimento público, o risco de erro no sistema operacional e as nefastas conseqüências que poderiam advir à Saúde Pública, recomendam a não utilização dessa modalidade de reúso.

- **Reúso Não Potável**, neste caso sua destinação é possível para atender usos menos exigentes, que podem ser:
  - **Fins agrícolas:** tem como objetivo a irrigação de plantas alimentícias, como hortaliças, árvores frutíferas e grãos e plantas não alimentícias como pastagens, forragens, sementes, fibras e árvores destinadas a produzir madeira, papel e celulose, bem como destinadas a reflorestamento e paisagismo.
  - **Fins industriais:** essa modalidade de reuso pode ser utilizada em diversos processos industriais produtivos, desde que os parâmetros da água de reuso oferecida sejam satisfatórios à atividade desenvolvida. Como exemplos, citam-se: utilização em caldeiras, refrigeração por meio de recirculação e torres de resfriamento.
  - **Fins recreacionais:** classificação reservada à irrigação de plantas ornamentais, campos de esportes e também enchimento de lagoas ornamentais e recreacionais.
  - **Fins domésticos:** casos de rega de jardins residenciais, para descargas sanitárias e utilização desse tipo de água em grandes edifícios.
  - **Manutenção de vazões:** pode-se reusar água após tratamento de esgotos domésticos e efluentes para a manutenção de vazões de cursos de água, de forma planejada, com vistas a uma adequada diluição de cargas poluidoras, inclusive fontes difusas.
  - **Aqüicultura:** Nessa modalidade de reuso de água, prevê-se a produção de plantas aquáticas ornamentais ou alimentícias e a criação de peixes, também para ornamentação ou para servir de alimento.



- **Recarga de aquíferos subterrâneos:** por meio dessa forma de reuso de água os aquíferos subterrâneos recebem carga adicional de efluentes tratados, que podem ser injetados diretamente sob pressão ou, mesmo de forma indireta, por intermédio de corpos d'água superficiais.
- **Fins urbanos:** trata-se de modalidade de reuso de água bem interessante, tendo em vista a quantidade de água tratada que se desperdiça em diversos serviços públicos, que, com evidentes vantagens, pode ser substituída por água de reuso. Como exemplos, têm-se: a irrigação de parques e jardins, centros esportivos, campos de futebol, campos de golfe, árvores e arbustos decorativos ao longo de avenidas e rodovias. Bem como, reserva de proteção contra incêndios, descarga sanitária em banheiros públicos e em edifícios comerciais e industriais, lavagem de trens e ônibus

### 3.6 – PADRÕES DE QUALIDADE DA ÁGUA DOCE

Como instrumento da Política Nacional do Meio Ambiente, os Padrões de Qualidade são limites e condições que devem ser respeitados, para se manter determinada qualidade no corpo de água. Para a gestão dos recursos hídricos, a existência de padrões de qualidade é o próprio estabelecimento de limites para o uso, ou seja, pode ser entendido como o limite a partir do qual configura-se a poluição.

Segundo SOUZA (1999), outro importante ponto a ser observado é que os índices de qualidade adotados pela classificação dos corpos de água (CONAMA nº20/86) são os limites para a situação de poluição e apenas refletem o binômio disponibilidade-demanda, ou seja, é função dos usos preponderantes, sem considerar os limites ambientais e outros fatores intervenientes no processo de gestão ambiental.

Na Tabela 1 estão alguns dos limites estabelecidos nessa resolução para águas doces que vão subsidiar este estudo.

Tabela 1 - Limites estabelecidos na resolução Conama nº20/86

	Unidade	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
OD	mg/L	≥6,0	≥5,0	≥4,0	≥2,0
DBO	mg/L	≤3,0	≤5,0	≤10,0	----
Colif. Fecais	NMP/100mL	≤200	≤1.000	≤4.000	----

Notar que a classe 3 admite até 4 mg/L de O<sub>2</sub> e a classe 4 até 2 mg/L de O<sub>2</sub>, valores estes muito baixos. Cursos de água em que o oxigênio dissolvido (OD) fica abaixo de 4 mg/L dificilmente permitem a sobrevivência de peixes, por exemplo. Isso demonstra, aparentemente, a falta de preocupação com a sustentabilidade do meio por parte da classificação dos corpos de água estabelecida pela resolução CONAMA nº20/86, e impossibilita os usos múltiplos, que é um dos fundamentos da Política Nacional de Recursos Hídricos.

Tais enquadramentos ainda estariam em desacordo com o Artigo 225 da Constituição Federal que estabelece que todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, e no entanto, fica difícil imaginar um curso de água ecologicamente equilibrado em enquadramentos nas classes 3 e 4.

### 3.7 – LEGISLAÇÃO INTERNACIONAL VIGENTE

#### 3.7.1 – Legislação Norte Americana

Nos Estados Unidos da América o manejo e a disposição de lodos de tratamento de água sempre foram considerados partes importantes do processo. Entretanto, nos últimos 10 anos, o problema de onde e como dispor estes resíduos tem recebido bastante atenção (AWWA *et. al*, 1996).

O maior rigor dos padrões de potabilidade e de qualidade dos corpos receptores tem tornado mais difícil a disposição do lodo. Adicionalmente, a diminuição da disponibilidade de terras para a disposição final do lodo, é um agravante neste processo (AWWARF e KIWA, 1990).

A disposição de resíduos é um problema comum a qualquer estação de tratamento de água. Segundo AWWARF e KIWA (1990), inexistente uma



legislação federal específica que regule o manejo e disposição de lodos de estações de tratamento nos Estados Unidos. Neste contexto, as legislações aplicáveis são as leis que tutelam outras vertentes ambientais, tais como água, solo e ar. Em nível local, leis de diminuição de barulho podem impactar na disposição final de lodos.

A regulamentação norte-americana sobre os lodos de ETAs se divide em duas categorias:

- I. um grupo que limita o lançamento de resíduos nos corpos d'água sem tratamento conveniente:
  - i. Política da Água Limpa (Clean Water Act - CWA) de 1977;
  - ii. Política Americana de Controle de Poluição da Água (Federal Water Pollution Control Act – FWPCA) de 1956.
- II. e outro grupo que controla a disposição dos lodos de ETAs no solo:
  - i. Política de Conservação e Recuperação de Recursos (Resource Conservation and Recovery Act – RCRA);
  - ii. Política de Resposta Abrangente, Compensação e Responsabilidade Ambiental (Comprehensive Environmental Response, Compensation and Liability Act - CERCLA ).

Caso o despejo contenha material radioativo, legislação adicional deve ser aplicada.

Como visto, os resíduos gerados em ETAs e ETEs são regulamentados através de aspectos, tais como: lançamento em cursos d'água, disposição em sistemas de esgotos domésticos, lançamento no solo, aplicações no solo, características físicas e químicas dos lodos.

O estabelecimento formal de que as estações de tratamento de águas para abastecimento eram indústrias e como tais deveriam ter seus resíduos tratados e dispostos convenientemente deu-se com a promulgação do “Clean Water Act-CWA” e a formação da Environmental Protection Agency – USEPA.

A Política da Água Limpa (Clean Water Act – CWA) está baseada em uma série de leis escritas desde 1912 (AWWA, 1990), visando o controle federal da qualidade das águas superficiais Americanas. Entre estas leis estavam a Política dos Serviços de Saúde Pública de 1912, a Política de Poluição por Óleos de 1924 e a Política Americana de Controle de Poluição da Água de 1956. Foi a FWPCA, reeditada em 1972, quem começou a focar o



esforço federal com o objetivo de não permitir o despejo de contaminantes em cursos d'água. Esta política permitiu o estabelecimento de permissões pelo Sistema Nacional de Eliminação de Despejo Poluidor (National Pollutant Discharge Elimination System – NPDES).

Deve-se ressaltar que hoje nos EUA, são definidos critérios e padrões. Os critérios são estabelecidos por intermédio de metas pela United States Environmental Protection Agency (USEPA) e os padrões são geralmente estabelecidos pelos estados, de forma individual.

### 3.7.2 - Legislação Holandesa

De acordo com a estimativa do Ministério Holandês do Meio Ambiente (AWWARF e KIWA, 1990), a quantidade anual de resíduos produzidos na Holanda em 1982 era por volta de 65 milhões de toneladas. Isto inclui aproximadamente 45 milhões de toneladas de sedimentos contaminados em solos. O problema de disposição deste sedimento continua a crescer. As companhias de saneamento holandesas estão envolvidas com este problema de duas formas: se por um lado, eles são os próprios produtores dos resíduos, em contra partida, eles têm interesse em manter o meio ambiente limpo. Conseqüentemente, adicionalmente às obrigações legais, as companhias de saneamento têm a obrigação moral de processar e dispor seus resíduos eficientemente e da maneira ambientalmente mais limpa possível.

Além da legislação estadual, regulamentações provinciais e municipais desempenham um importante papel, ou em conjunto com legislação listada acima ou, autonomamente com a legislação provincial ou estadual.

Até 1920, a Política de Perturbações, o qual data de 1875, era a única lei pela qual perigo, estrago ou perturbação ao meio ambiente causado por despejo ou armazenamento de resíduos poderiam ser prevenidos ou limitados. Em meados de 1960 e 1970, a necessidade de enfrentar problemas ambientais relativos à água, solo, radiação, barulho e lixo foram percebidas. Esta percepção levou a um estreitamento do escopo da Política de Perturbações, e a criação de uma série de novas leis ambientais (AWWA *et. al.*, 1996).

O primeiro problema a ser tratado foi o aumento da poluição ambiental devido ao despejo de resíduos no mar e em águas superficiais. Em 1958 foi

criada a Política de Poluição por Óleo em Oceanos, seguidos nos anos 60 e 70 pela criação da Política de Poluição de Águas Superficiais e Política de Poluição de Oceanos.

A Política de Poluição de Águas Superficiais proíbe a introdução de resíduos, poluentes ou substâncias perigosas em águas superficiais sem a licença de uma autoridade relevante. Se a licença é garantida, um método adequado de disposição deve ser utilizado.

### 3.7.3 – Legislação Alemã

As agências de água da Alemanha estão sempre preocupadas com o seguinte problema: “Se por um lado elas são produtoras de resíduos, por outro são interessadas na manutenção dos mananciais limpos” (AWWARF e KIWA, 1990).

Sendo assim, as agências de tratamento de água têm o comprometimento moral de conhecer, controlar e dispor seus resíduos de maneira adequada.

A partir de 1970, com a necessidade de regulamentações mais específicas sobre o meio ambiente (água, solo, ar) e a manutenção do controle ambiental, a Política de Poluição de Águas Superficiais passou a discutir a elaboração de novas leis. Proibiu-se então a introdução de qualquer tipo de resíduo nas águas superficiais sem a devida licença das autoridades.

Dentre as principais limitações pode-se citar:

- i) o material disposto não pode conter substâncias tóxicas em quantidade e concentrações que possam influir na atividade biológica das águas superficiais;
- ii) os resíduos não deverão conter materiais que possam causar mudança na cor e odor.

Por fim, AWWARF e KIWA (1990) ensinam que a legislação alemã apresenta limitações de concentrações de parâmetros sobre a disposição de resíduos de estações de tratamento de água e esgoto em águas superficiais. No tocante ao lançamento de lodos de ETAs no solo, misturados ou não a lodos de estações tratamento de esgoto, a Política de Poluição dos Solos fixa concentrações permissíveis de metais pesados presentes.

Posto isso, fica evidente a preocupação dos países citados com a forma indiscriminada de lançamento de resíduos em cursos d'água, tanto de Estações de Tratamento de Água quanto de Tratamento de Esgoto.



# 4

## ADEQUAÇÃO AMBIENTAL

### 4.1 – ADEQUAÇÃO AMBIENTAL SOB O PRISMA EMPRESARIAL

Como ensina o Professor Antonio César Amaru Maximiano na apresentação de DONAIRE (1999): “No princípio, as organizações precisavam preocupar-se apenas com a eficiência dos sistemas produtivos. Até certa altura, que se pode situar nos anos 60, essa foi a mentalidade predominante na prática da administração, refletindo a noção de mercados e recursos *ilimitados*. Em curto espaço de tempo, essa noção revelou-se equivocada, porque ficou evidente que o contexto de atuação das empresas tornava-se a cada dia mais complexo e que o processo decisório sofreria restrições cada vez mais severas. Um dos componentes importantes dessa reviravolta nos modos de pensar e agir foi o crescimento da consciência ecológica, na sociedade, no governo e nas próprias empresas, que passaram a incorporar essa orientação em suas estratégias. O impacto dessa revolução pode ser observado na mudança de ênfase na teoria da administração: os autores passam a preocupar-se com novos conceitos, como *stakeholders*, ética e variável ecológica, entre outros”.

*Stakeholder* pode ser definido como “um indivíduo ou grupo que tenha um ou mais interesse (no sentido de preferência, prioridade) em um negócio. *Stakeholders* têm o potencial de interação ou troca de influência em duas mãos, por isso pode ser encarado como qualquer indivíduo ou grupo que pode afetar ou ser afetado por ações, decisões, políticas, práticas ou objetivos de uma organização” (FREEMAN<sup>††</sup>, apud MAGNANI, 2000).

Neste cenário de inserção da variável ambiental no processo decisório, as organizações de todos os tipos estão cada vez mais preocupadas em

---

<sup>††</sup> FREEMAN, E. (1984) *Strategic Management: a Stakeholder approach*. Boston, Pitman.

atingir um desempenho ambiental correto, controlando o impacto de suas atividades, produtos ou serviços no meio ambiente. Para tanto, análises ou auditorias ambientais têm sido realizadas com o intuito de avaliar este desempenho. Para que estas sejam eficazes, é necessário que esses procedimentos sejam conduzidos dentro de um sistema de gestão estruturado e integrado ao conjunto da cadeia produtiva.

Preocupado com o aspecto ambiental, Horácio Lafer Piva, presidente da FIESP/CIESP, em FIESP/CIESP (2001), preconiza que “o setor produtivo entende como indispensável, a exploração ao limite das competências técnicas, políticas e institucionais, para que estejam empenhadas na tarefa de harmonizar as diversas atividades humanas dependentes dos preciosos bens providos pela natureza”.

No quadro 1 podem ser vistos os benefícios da gestão ambiental na empresa, conforme sugerido por DONAIRE (1999):

Quadro 1 : Benefícios da Gestão Ambiental

<b><i>BENEFÍCIOS ECONÔMICOS</i></b>
<p><b>Economia de custos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Economias devido à redução do consumo de água, energia e outros insumos.</li> <li>✓ Economias devidas à reciclagem, venda e aproveitamento de resíduos e diminuição de efluentes.</li> <li>✓ Redução de multas e penalidades por poluição</li> </ul> <p><b>Incremento de receitas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Aumento da contribuição marginal de “produtos verdes” que podem ser vendidos a preços mais altos.</li> <li>✓ Aumento da participação no mercado devido a inovação dos produtos e menos concorrência.</li> <li>✓ Linhas de novos produtos para novos mercados.</li> <li>✓ Aumento da demanda para produtos que contribuam para a diminuição da poluição.</li> </ul>
<b><i>BENEFÍCIOS ESTRATÉGICOS</i></b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Melhoria da imagem institucional.</li> <li>✓ Renovação do “portfolio” de produtos.</li> <li>✓ Aumento da produtividade.</li> <li>✓ Alto comprometimento do pessoal.</li> <li>✓ Melhoria nas relações de trabalho.</li> <li>✓ Melhoria e criatividade para novos desafios.</li> <li>✓ Melhoria das relações com os órgãos governamentais, comunidade e grupos ambientalistas.</li> <li>✓ Acesso assegurado ao mercado externo</li> <li>✓ Melhor adequação aos padrões ambientais.</li> </ul>

Fonte: DONAIRE (1999)



Segundo DONAIRE (1999), na Alemanha Ocidental, nos anos 80 muitas empresas começaram a verificar que as despesas realizadas com a proteção ambiental podem paradoxalmente transformar-se numa vantagem competitiva. A Figura 5 ilustra os motivos pelos quais as empresas se sentem encorajadas a aceitarem a responsabilidade pela proteção ao meio ambiente.

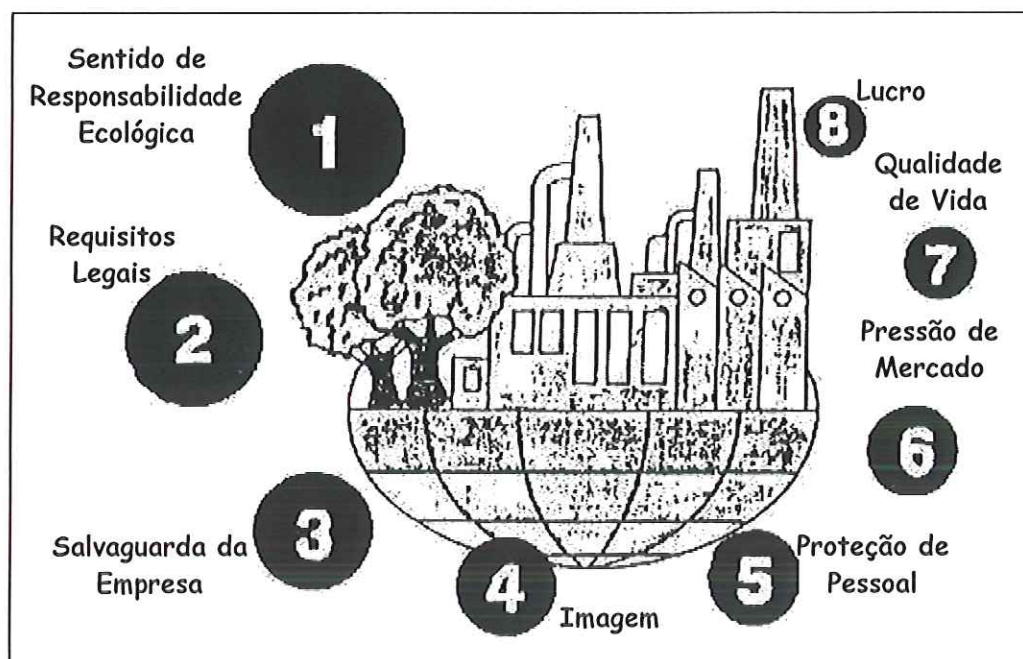


Figura 5 – Motivação para a proteção ambiental na empresa  
 Fonte: BAUM Bundesdeutscher Arbeitskreis für umweltbewußtes Management e. V. apud DONAIRE (1999)

#### 4.1.1 – Sistemas de Gestão Ambiental de empresas:

A gestão ambiental empresarial está essencialmente voltada para organizações, ou seja, companhias, corporações, firmas, empresas ou instituições, e pode ser definida como sendo um conjunto de políticas, programas e práticas administrativas e operacionais que levam em conta a saúde e a segurança das pessoas e a proteção do meio ambiente por intermédio da eliminação ou minimização de impactos e danos ambientais decorrentes do planejamento, implantação, operação, ampliação, realocação ou desativação de empreendimentos ou atividades.

Tendo em vista sistematizar a procura da excelência ambiental e da sua performance, a International Standard Organization (ISO) estabeleceu, a

partir da vontade de se criar um plano de desenvolvimento sustentável, um conjunto de normas com o objetivo de fornecer um certificado, onde a organização ou empresa comprove que produza e/ou comercialize produtos que causem menores impactos ao meio ambiente. As normas internacionais de gestão ambiental têm por objetivo prover às organizações os elementos de um sistema de gestão ambiental eficaz, passível de integração com outros requisitos de gestão, de forma a auxiliá-las a alcançar seus objetivos ambientais e econômicos. Essas normas, como outras normas internacionais, não foram concebidas para criar barreiras comerciais não-tarifárias, nem para ampliar ou alterar as obrigações legais de uma organização.

A abordagem base destas normas é representada na Figura 6. O sucesso do sistema depende do comprometimento de todos os níveis e funções, especialmente da alta administração. Um sistema deste tipo permite a uma organização estabelecer e avaliar a eficácia dos procedimentos destinados a definir uma política e objetivos ambientais, atingir a conformidade com eles e demonstrá-la a terceiros. A finalidade desta norma, segundo NBR ISO 14001 (1996), é equilibrar a proteção ambiental e a prevenção de poluição com as necessidades sócio-econômicas. Convém notar que muitos desses requisitos podem ser abordados simultaneamente ou reapreciados a qualquer momento.

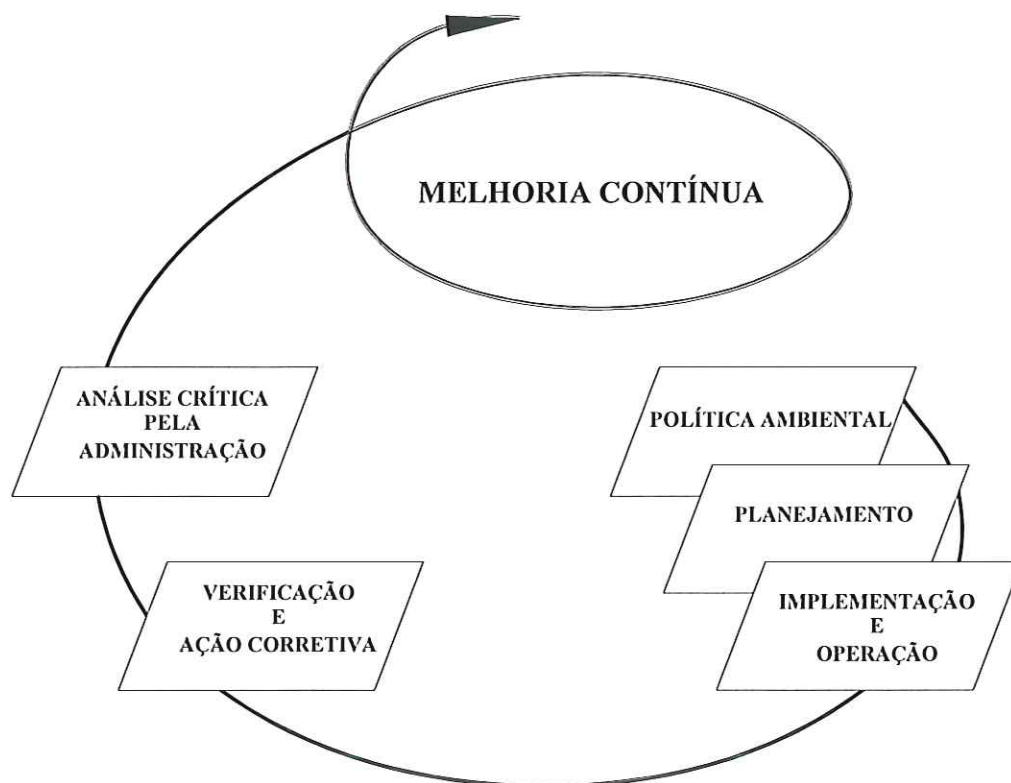


Figura 6 - Modelo de sistema de gestão ambiental para a Norma NBR ISO 14001:1996

A gestão ambiental abrange uma vasta gama de questões, inclusive aquelas com implicações estratégicas e competitivas. A demonstração de um processo bem-sucedido de implementação desta Norma pode ser utilizada por uma organização para assegurar às partes interessadas que ela possui um sistema de gestão ambiental apropriado em funcionamento.

A norma NBR ISO 14004 define o Sistema de Gestão Ambiental (SGA) como a parte do sistema de gestão global que inclui estrutura organizacional, atividades de planejamento, responsabilidades, práticas, procedimento, processos e recursos para desenvolver, implementar, atingir, analisar criticamente e manter a Política Ambiental da organização.

De acordo com NBR ISO 14.004:1996, HARRINGTON (1999) e MARTIN (1998), para uma empresa obter um certificado ISO 14001, é necessário que atenda as seguintes exigências:

1. **Política ambiental:** A direção deve elaborar uma Política Ambiental visando obter o cumprimento legal e buscar o melhoramento contínuo do desempenho ambiental da empresa, que represente seus produtos



e serviços, e que seja divulgada entre os funcionários e a comunidade. Outrossim, a direção deve demonstrar que está comprometida com o cumprimento dessa política.

2. **Aspectos ambientais:** A organização precisa ter procedimentos que permitam identificar, conhecer, administrar e controlar os resíduos que ela gera durante o processamento e uso do produto, tais como: emissões atmosféricas, efluentes líquidos e resíduos sólidos.
3. **Exigências legais:** deve ser desenvolvida uma sistemática para obter e ter acesso a todas as exigências legais pertinentes a sua atividade e quais as documentações necessárias para seu cumprimento. Essas exigências devem ficar claras à direção da empresa e os funcionários devem conhecê-las.
4. **Objetivos e metas:** devem ser criados objetivos e metas que estejam alinhados com o cumprimento da política ambiental que foi definida. Esses objetivos e metas devem refletir os aspectos ambientais, os resíduos gerados e seus impactos no meio ambiente. Também devem considerar exigências legais e outros aspectos inerentes ao próprio negócio.
5. **Programa de gestão ambiental:** A organização deve ter um programa estruturado com responsáveis pela coordenação e implementação de ações que cumpram o que foi estabelecido na política ambiental e as exigências legais, que atinjam os objetivos e metas e que contemplem o desenvolvimento de novos produtos e novos processos. Este programa deve, inclusive, prever ações contingenciais, associadas aos riscos envolvidos e aos respectivos planos emergenciais.
6. **Estrutura organizacional e responsabilidade:** O Programa de gestão ambiental deve integrar as funções dos funcionários da empresa, por meio da descrição de cargos e funções relativas à questão ambiental. A organização deve possuir um organograma que demonstre que suas inter-relações estão bem definidas e comunicadas em toda a organização. A direção deve definir um ou mais profissionais que representem os assuntos específicos da gestão ambiental.

7. **Conscientização e treinamento:** O programa de gestão ambiental deve prover treinamento aos funcionários com atribuições na área ambiental, a conscientização da importância do cumprimento da política e objetivos de Meio Ambiente, das exigências legais e de outras definidas pela organização. O treinamento também deve levar em consideração todos os impactos ambientais reais ou potenciais associados as suas atividades de trabalho.
8. **Comunicação:** A organização deve possuir uma sistemática para enviar e receber comunicados relativos às questões ambientais para seus funcionários e a comunidade.
9. **Documentação do Sistema de Gestão Ambiental:** é necessário elaborar um Manual do Sistema de Gerenciamento Ambiental que contenha as exigências ambientais da empresa.
10. **Controle de documentos:** deve ser mantido um sistema de controle de documentos, com procedimentos que assegurem que todos os documentos sejam controlados e assinados pelos responsáveis, com acesso fácil aos interessados. Os documentos devem ser mantidos atualizados, identificados, legíveis e armazenados adequadamente. Ademais, os documentos obsoletos devem ser retirados do local para evitar uso indevido.
11. **Controle operacional:** A organização precisa ter procedimentos para inspecionar e controlar os aspectos ambientais, inclusive procedimentos para a manutenção e calibração dos equipamentos que fazem esses controles.
12. **Situações de emergência:** A organização deve possuir procedimentos para prevenir, investigar e responder a situações de emergência. Também deve ter planos e funcionários treinados para atuar em situações de emergência.
13. **Monitoramento e avaliação:** A organização deve ter um programa para medir o desempenho ambiental através da inspeção das características de controle ambiental e calibração dos instrumentos de medição, visando a conformidade com os objetivos e metas estabelecidos.



14. **Não conformidade, ações corretivas e ações preventivas:** A organização deve definir responsáveis com autoridade para investigar as causas das não-conformidades ambientais e tomar as devidas ações corretivas e preventivas.
15. **Registros:** A organização precisa arquivar todos os resultados de auditorias, análises críticas relativas às questões ambientais. O objetivo de ter esses registros é mostrar e provar, a quem quer que seja, que a organização possui um sistema conforme o que é exigido pela norma.
16. **Auditoria do Sistema da Gestão Ambiental:** A organização precisa ter um programa de auditoria ambiental periódica e os resultados das auditorias devem ser documentados e apresentados à alta administração da organização.
17. **Análise crítica do Sistema de Gestão Ambiental (SGA):** Baseado nos resultados da auditoria do SGA, a organização deve fazer uma análise crítica do sistema de gestão ambiental, propondo as devidas alterações, para que atenda as exigências do mercado, clientes, fornecedores e aspectos legais, na busca da melhoria contínua.

Por fim, salienta-se que um sistema de gestão ambiental tem por objetivo fornecer ordenação e consciência para a organização equacionar as suas preocupações ambientais, através das alocações de recursos, atribuição de responsabilidades e avaliação em base contínua, das suas práticas, procedimentos e processos, a fim de melhorar o seu desempenho ambiental.

#### **4.1.1.1 – Panorama Nacional em Empresas de Saneamento**

No Brasil, a prática de gestão ambiental em Estações de Tratamento de Água ou Estações de Tratamento de Esgoto ainda é insipiente. Apenas recentemente (2002), a SANEPAR – Companhia de Saneamento do Estado do Paraná - recebeu a certificação da ISO 14001 em sua unidade de Foz do Iguaçu. Para tal, foram desenvolvidos programas de coleta seletiva de lixo, de redução do consumo de energia elétrica e do consumo de papel, e de



redução de perdas de água no sistema produtor. Infelizmente, as práticas e procedimentos adotados pela companhia para a consecução destes programas são de uso interno e não puderam ser disponibilizados para pesquisa.

Segundo <[www.sanepar.com.br](http://www.sanepar.com.br)>, “A Sanepar é a primeira empresa de saneamento das Américas a receber a certificação da ISO 14001 para um sistema de água e esgoto. Este certificado é um dos mais importantes e de maior reconhecimento em todo o mundo na área do meio ambiente e atesta que o sistema de água e esgoto de Foz do Iguaçu é operado de forma ambientalmente correta, desde a captação da água para tratamento até a destinação final do esgoto. A indicação para a ISO 14001 foi resultado de uma minuciosa auditoria feita pela empresa americana ABS Quality Evaluations”.

Em pesquisa realizado no INMETRO ([www.inmetro.gov.br/credenciamento](http://www.inmetro.gov.br/credenciamento)), foram encontradas 9 empresas do setor de saneamento certificadas pela ISO 14001. Na Tabela 2 podem ser visto no nome destas empresas.

Tabela 2 – Empresas do setor de saneamento básico certificadas com a ISO 14001

Nome da Empresa	Unidade de Negócio	UF	ISO
<u>CAVO – Serviços e Meio Ambiente S.A</u>	Jaguareé - SP	SP	14001:1996
<u>Cetrel S.A Emp.de Proteção Ambiental –AMB FAT</u>	Camaçari/BA	BA	14001:1996
<u>Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – SABESP</u>	Estação de Tratamento de Esgoto Distrito dos Remédios	SP	14001:1996
<u>Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – SABESP</u>	Estação Elevatória de Esgoto de Salesópolis	SP	14001:1996
<u>Essencis Soluções Ambientais s/a</u>	Curitiba	PR	14001:1996
<u>FUNDAÇÃO BENTO GONÇALVENS E PRÓ-AMBIENTE</u>	Bento Gonçalves	RS	14001:1996
<u>Interamerican Ltda</u>	São Bernardo do Campo	SP	14001:1996
<u>JBR ENGENHARIA LTDA</u>	Campo Grande	PE	14001:1996
<u>Tribel s.a</u>	Sistema Integrado de Tratamento Ambiental	RJ	14001:1996

Fonte: <[www.inmetro.gov.br/credenciamento](http://www.inmetro.gov.br/credenciamento)>

#### 4.1.2 – Plano de Auditoria e Eco-Gestão – EMAS

O Plano de Auditoria e Eco-Gestão EMAS (*Eco Management and Audit Scheme*) é um instrumento voluntário dirigido às empresas que pretendam avaliar e melhorar os seus comportamentos ambientais e informar o público e outras partes interessadas a respeito do seu desempenho e intenções ao nível do ambiente, não se limitando ao cumprimento da legislação ambiental nacional e comunitária existente.

O EMAS foi estabelecido pelo Regulamento CEE nº 1836/93 de 29 de Junho de 1993, que definia as responsabilidades dos Estados-membros na criação das estruturas de base do EMAS, as condições de funcionamento e operacionalidade dessas estruturas, bem como os requisitos de adesão a este sistema.

Ainda segundo este regulamento, todos os Estados-membros são obrigados a implementar a regulamentação, embora seja opcional para a indústria. Cada estado membro teve que designar uma autoridade nacional independente para supervisionar o regulamento nos 21 meses após a entrada em vigor.

O certificado pelo EMAS é específico à um empreendimento da empresa. Isso significa que uma empresa não pode obter o certificado para suas subsidiárias. Segundo HARRINGTON (1999), a regulamentação do EMAS exige:

- Adoção pela empresa de uma política ambiental.
- Política comprometida com a melhoria contínua.
- Definição e implementação de um programa ambiental e de um SGA.
- Procedimentos para monitorar e verificar a conformidade.
- Auditorias ambientais nos locais específicos.
- Preparo de um demonstrativo ambiental periódico com base nos locais/ plantas.
- Verificação independente do demonstrativo ambiental.
- Acesso público ao demonstrativo de verificação.
- Estabelecimento no mais alto nível administrativo de metas quantificadas de melhoria.



Ensinam MARTIN (1998) e HARRINGTON (1999) que uma das diferenças mais importantes entre o EMAS e a ISO 14001 é o requisito do EMAS relativo ao demonstrativo ambiental que tem de ser preparado para cada local participante do plano. O demonstrativo ambiental visa fornecer às partes interessadas (incluindo o público em geral), informação relativa ao desempenho ambiental da organização. Esta informação deverá ser apresentada de forma clara, estar acessível a todas as partes interessadas e deve:

- Descrever as atividades da empresa em cada local participante.
- Avaliar todas as questões ambientais significativas.
- Resumir os números sobre emissões de poluidores, geração de resíduo, consumo de matérias-primas, energia e água, ruído e outros dados significativos.
- Considerar outros fatores relativos ao desempenho ambiental.
- Estabelecer a política ambiental da empresa e descrever seu programa e sistemas de gestão.
- Enfatizar alterações significativas feitas após o demonstrativo anterior.
- Fornecer detalhes sobre o prazo final para apresentação do próximo demonstrativo.
- Identificar o auditor ambiental credenciado.

HARRINGTON (1999) alerta que alguns membros da União Européia demonstraram preocupação quanto à não inclusão na ISO 14001 de alguns requisitos do EMAS. Como resultado, o PC 7 (Comitê de Programação, criado pelo Comitê Europeu de Normalização – CEN) preparou um documento curto que abrange elementos-chaves não incluídos na ISO 14001 mas incluídos no EMAS: por exemplo, a publicação de um demonstrativo ambiental público anual, freqüências de auditoria ambiental e análise de auditoria. Mesmo aceita pela União Européia para os objetivos do EMAS, a ISO 14001 deve ser suplementada por uma análise inicial e um demonstrativo ambiental.



Em 2001 foi publicado o novo regulamento EMAS (EMAS II), instituído pelo Regulamento CCE n.º 761/2001 do Parlamento Europeu e do Conselho de 19 de Março de 2001, que revisa o primeiro. A revisão incidiu particularmente em:

- Alargamento de aplicação do EMAS a todos os setores de atividade econômica (incluindo as autoridades locais);
- Adoção do modelo de sistema de gestão ambiental da norma ISO 14001;
- Levantamento ambiental mais abrangente e exigente;
- Adoção de um logotipo visível e facilmente reconhecível, que permitirá às empresas registradas no EMAS publicá-lo de uma forma mais eficaz;
- Maior envolvimento de todos os colaboradores na implementação do EMAS;
- Melhoria do conteúdo do Demonstrativo Ambiental;
- Abertura à elaboração do Demonstrativo Ambiental global;
- Validação anual das alterações ao Demonstrativo Ambiental;

Nota-se que o EMAS vai além da ISO 14001 de várias maneiras, requerendo a realização de uma avaliação ambiental inicial, o envolvimento ativo dos empregados na implementação do EMAS, e a publicação de informação relevante para o público e outras partes interessadas.

Por fim, dentre as diferenças mais notáveis se incluem (MARTIN, 1998):

- ❖ - Avaliação preliminar: EMAS requer uma avaliação ambiental inicial auditada, ISO 14000 não.
- ❖ - Disponibilidade pública: EMAS requer que a política, programa, sistema de gerenciamento ambiental e detalhes da performance da organização sejam disponibilizados publicamente como parte da declaração ambiental. A ISO 14000 requer apenas que a política seja disponibilizada publicamente.
- ❖ - Auditorias: A ISO 14001 requer auditorias, ainda que a frequência não seja especificada nem a metodologia definida em tamanho nível de detalhe como no EMAS.

- ❖ - Prestadores e fornecedores: EMAS é ligeiramente mais explícito no seu controle sobre prestadores e fornecedores, requerendo que assuntos de requerimento sejam tratados e que a organização se esforce para garantir que os prestadores e fornecedores cumpram com a política ambiental da organização. Na prática não deveria haver diferença alguma.
- ❖ - Compromissos e Requisitos: A ISO14001 não estipula a extensão na qual o desempenho deve ser melhorado. EMAS especifica que as organizações devem tentar "reduzir os impactos ambientais para níveis não excedendo àqueles correspondentes à aplicação economicamente viável da melhor tecnologia disponível".

Na tabela 3, proposta por MAGNANI (2000), pode ser vista a comparação entre as normas ISO 14001 e do Plano de Auditoria e Eco-Gestão (EMAS).

Tabela 3 – Comparação entre as normas ISO 14001 e do Plano de Auditoria e Eco-Gestão (EMAS).

	<b>ISO 14001</b>	<b>EMAS</b>
<b>Tipo de padronização</b>	Voluntário, por consenso, padronização do setor privado.	Regulamentação da união Européia.
<b>Aplicabilidade</b>	Pode ser aplicada à toda organização ou a uma parte das atividades, produtos e serviços de qualquer setor da mesma; aplicável a organização não industriais como agências governamentais locais ou organizações sem fins lucrativos.	Aplicada à União Européia; aplicada a plantas individuais; aplicável a locais específicos de atividades industriais.
<b>Foco</b>	Focada em sistemas de gerenciamento ambiental; indiretamente relacionada à melhoria ambiental.	Focada na melhoria do desempenho ambiental em um local e em prover o público de melhor comunicação
<b>Revisão ambiental inicial</b>	Sugerida em anexo, mas não requerida pela norma	Requerida em regulamentação
<b>Comprometimento político</b>	Política comprometida em melhoramento contínuo do sistema de gerenciamento ambiental e na prevenção da poluição; política de comprometimento com o cumprimento e aplicação da legislação ambiental e com os comprometimentos voluntários.	Política comprometida com o contínuo aprimoramento do desempenho ambiental e obediente à aplicação da legislação ambiental.
<b>Auditorias</b>	Auditorias do sistema de gerenciamento ambiental são requeridas; monitoramento e medição de algumas características ambientais chaves são requeridas; frequência de auditoria não é especificada.	Auditorias do sistema de gerenciamento, dos processos, dos dados e do desempenho ambiental são requeridas: as auditorias são requeridas, no mínimo a cada 3 anos.



Tabela 3 – Continuação

	ISO 14001	EMAS
<b>Comunicação com o público</b>	Somente a política ambiental precisa tornar-se pública; outras comunicações externas devem ser consideradas, mas o que deve ser comunicado, é deixado a critério da gerência.	A descrição da política, programa e sistema de gerenciamento ambiental, devem estar disponíveis para o público; um relatório ambiental público e um relatório anual simplificado incluindo dados relevantes devem ser elaborados e estar disponíveis para consulta pública.

Fonte: CASCIO<sup>SS</sup> et. al. apud MAGNANI (2000)

#### 4.1.3 - Avaliação do Desempenho Ambiental

A ISO 14031 - *Environmental Performance Evaluation* - define Avaliação de Desempenho Ambiental como um processo para auxiliar a administração na tomada de decisões, considerando-se o desempenho ambiental da organização, através da seleção de indicadores, coleta e análise de dados, avaliação perante critérios de desempenho, comunicação e relatos, e periodicamente a revisão e aperfeiçoamento deste processo.

A Avaliação do Desempenho Ambiental pode ser utilizada por organizações que ainda não tenham ou não pretendem implantar um Sistema de Gestão Ambiental. De acordo com a ISO 14031, quando a organização não possui um Sistema de Gestão Ambiental, a Avaliação de Desempenho Ambiental pode ajudar a:

- identificar os aspectos ambientais da organização;
- determinar quais aspectos devem ser considerados significantes;
- configurar critérios para desempenho ambiental;
- avaliar o desempenho ambiental perante estes critérios.

A Avaliação de Desempenho Ambiental (ADA) é aplicável às seguintes áreas:

- ✓ **Sistema de gestão:** Inclui todos os procedimentos e práticas relativas à gestão das questões ambientais da organização. Inclui todas as pessoas da organização cujas ações podem ter ou têm impacto ambiental.
- ✓ **Sistema operacional:** Abrange todos os materiais, energia e processos envolvidos na produção de bens e serviços.
- ✓ **Situação do meio ambiente:** Refere-se à condição do meio ambiente, incluindo ar, água, recursos naturais, fauna, saúde humana e flora.

A figura 7 apresenta o processo de Avaliação do Desempenho Ambiental da ISO 14031.

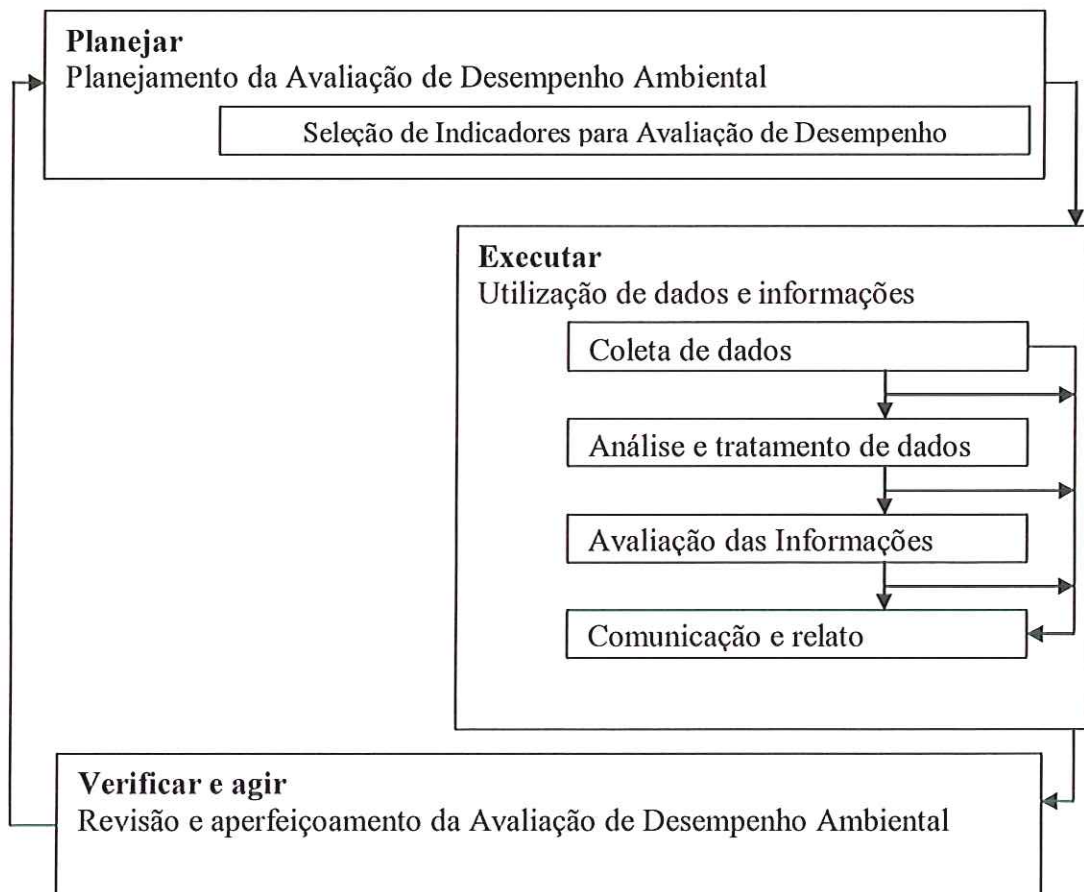


Figura 7 - Processo de Avaliação do Desempenho Ambiental da ISO 14031  
Fonte: ISO 14.031

Assim, o uso da metodologia de Avaliação do Desempenho Ambiental, descrita na norma ISO 14031, é adequado para fazer estudos iniciais, pois apresenta a vantagem de poder ser utilizada na ausência de um SGA, servindo de metodologia para investigação dos aspectos ambientais (relacionados aos problemas ambientais), e principalmente por se constituir em eficiente ferramenta de apoio à gerência.

Uma parte crítica da Avaliação do Desempenho Ambiental é o Indicador de Desempenho Ambiental (IDA), que é uma descrição (ou medida) específica do desempenho ambiental dentro de uma área de avaliação.

Indicador é um parâmetro, ou valor derivado de parâmetro, que aponta ou fornece informação sobre o estado do fenômeno, meio ou área com uma significância estendida maior que a obtida diretamente pela observação das propriedades. Um sistema de indicadores é um conjunto de indicadores que satisfazem certos princípios.

Normalmente, os indicadores são descritivos e normativos. Os indicadores descritivos refletem as condições reais, como o estado do meio ambiente ou a pressão sobre o mesmo. Os indicadores normativos medem ou comparam as distâncias entre as condições reais e as de referência.

De acordo com a Organização das Nações Unidas (ONU) *apud* PARTIDÁRIO (2000) os indicadores ambientais urbanos devem possuir as seguintes características;

1. Serem integrados, ou seja, devem compreender o ambiente no seu todo, incluindo os estabelecimentos humanos;
2. Na sua definição, a qualidade ambiental deve ser critério de desenvolvimento;
3. Devem estar adaptados às características locais;
4. Deverão apoiar-se na estrutura administrativa existente, devendo os diferentes departamentos colaborar na coordenação da informação existente e no processo de produção e coleta de novas informações.

Os critérios de seleção de indicadores de desempenho da qualidade ambiental, segundo SEGNESTAM (1999), são:

- ❖ *Relevância direta dos objetivos do projeto:* O processo de seleção dos indicadores de desempenho da qualidade ambiental deve iniciar pela



precisa compreensão dos objetivos do projeto e dos problemas ambientais decorrentes da atividade impactante.

- ❖ *Limitação em número:* é mais efetivo ser seletivo e utilizar um pequeno número de bem selecionados indicadores. A utilização de um grande número de indicadores possibilita a diluição de suas importâncias.
- ❖ *Clareza do projeto:* tendo em vista que os indicadores são ligados aos objetivos gerais do projeto, estes não devem ser específicos a uma determinada etapa do processo.
- ❖ *Custo de obtenção:* Os indicadores devem ser práticos e realistas, e seus custos de obtenção devem ser acessíveis.
- ❖ *Qualidade e confiabilidade:* Os indicadores, e as informações que eles produzem, são tão bons quanto os dados deles derivados.
- ❖ *Apropriada escala espacial e temporal:* As atividades do projeto podem provocar impactos além da área de atuação e duração do projeto. Sendo assim, é necessário que se observe na seleção dos indicadores a adequada escala espacial e temporal.

Enfim, segundo HARRINGTON (1999), ao tentar determinar os Indicadores de Desempenho Ambiental, o especialista deve considerar o seguinte:

- ✓ A empresa tem impacto ou impactos significativos no meio ambiente? Se tiver, quais são?
- ✓ Quais são os objetivos e metas da organização relacionados com o desempenho ambiental?
- ✓ Quais são os detentores de interesses da organização?
- ✓ Que tipo de informações sobre desempenho ambiental os detentores de interesses desejam?
- ✓ Como essas informações desejadas podem ser reunidas?
- ✓ Os dados indicam que a organização está atingindo os objetivos e metas de desempenho ambiental?

#### **4.1.4 – Considerações sobre gestão ambiental em empresas**

A adequação ambiental no ambiente empresarial tem tido grande destaque nas empresas que trabalham com responsabilidade sócio-

ambiental. O advento de normas, planos e avaliações de proteção ambiental têm ajudado na quebra do paradigma de se produzir e desenvolver a qualquer custo. Ademais, a legislação ambiental brasileira, com destaque às políticas e seus instrumentos, tem contribuído de forma positiva na tutela do meio ambiente. Cabe salientar o importante papel do ministério público nesta tarefa, como será visto no próximo tópico.

## **4.2 – ADEQUAÇÃO AMBIENTAL SOB O PRISMA LEGAL**

### **4.2.1 - O Ministério Público como Curador do Meio Ambiente**

A defesa do meio ambiente, atualmente imposição de ordem constitucional, é tarefa do Ministério Público, nos termos da definição contida no inciso III do artigo 129 da Constituição Federal de 1988, que prevê: “São funções institucionais do Ministério Público: ... III – promover o inquérito civil e a ação civil pública, para a proteção do patrimônio público e social, do meio ambiente e de outros interesses difusos e coletivos;”.

Segundo MILARÉ (2000), a Política Nacional do Meio Ambiente – PNMA - (Lei 6.938/81) mudou o quadro da política do meio ambiente ao instituir duas grandes inovações: a responsabilidade do poluidor independentemente da existência da culpa e a atribuição ao Ministério Público da faculdade de propor ações judiciais de natureza civil objetivando reparar ou evitar danos ao meio ambiente.

A edição da Lei 7.347, de 24.07.1985, disciplinou a ação civil pública como instrumento processual específico para a defesa do ambiente e de outros interesses difusos e coletivos, e que possibilitou que a agressão ambiental finalmente viesse a se tornar um caso de justiça. Ademais, legitimou o Ministério Público para a proposição da ação principal e a cautelar.

Nesta importante função, o Ministério Público tem aumentado o poder dos órgãos de controle ambiental dos Estados da União. No Relatório Final dos Diagnósticos dos Sistemas Estaduais de Licenciamento Ambiental, elaborado pelo Ministério do Meio Ambiente (2000), pode-se claramente observar o aumento do número de laudos elaborados pelo Departamento de Proteção aos Recursos Naturais em razão de pedidos feitos pelo Ministério Público, como pode ser visto no Quadro 2.



**Quadro 2:** Número de pedidos e laudos feitos pelo MP ao DEPRN.

	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>
	<b>laudos</b>	<b>laudos</b>	<b>Laudos</b>
DEPRN 1	584	1280	1334
DEPRN 2	423	664	1300
DEPRN 3	207	396	908
DEPRN 4	636	1100	1049
DEPRN 5	163	366	231
<b>Total</b>	<b>2013</b>	<b>3806</b>	<b>4822</b>

Fonte: Ministério do Meio Ambiente (2000)

Com relação às ações civis existentes, os órgãos ambientais do estado de São Paulo são inquiridos pelo Ministério Público da seguinte forma:

1. Departamento de Uso do Solo Metropolitano - DUSM - As inquirições do Ministério Público dirigem-se, notadamente, ao setor de fiscalização e referem-se, em sua maioria, ao parcelamento do solo.
2. Departamento Estadual de Proteção dos Recursos Naturais - DEPRN - A maior parte das solicitações do Ministério Público refere-se a: pedidos de laudos de danos ambientais referentes a Autos de Infração Ambiental, pedidos de informações acerca de processos já licenciados ou em licenciamento e pedidos de verificação de situações onde esteja ocorrendo degradação ambiental.
3. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental - CETESB - As demandas dos Ministérios Públicos Federal e Estaduais consistem, geralmente, de informações técnicas sobre licenciamento, imposição de advertências, multa, vistorias, perícias, entre outros. Além disso, técnicos da CETESB são recrutados pelo Poder Judiciário para exercerem a função de auxiliares do Juízo e por vezes, funcionam como Peritos Judiciais. Em quantidade aproximada, a CETESB atendeu nos anos de 1998 e 1999 uma média de 210 solicitações do Ministério Público Estadual e 20 do Ministério Público Federal, mensalmente. A maior concentração de informações encontra-se na Grande São Paulo,

com 50% do atendimento referido. A CETESB centraliza as respostas ofertadas aos Senhores Promotores e Procuradores da Justiça, de modo a controlar o volume de pedidos e o perfil de atendimento.

4. Departamento de Avaliação de Impactos Ambientais – DAIA, órgão pertencente à Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. No quadro 3 podem ser vistas as demandas com relação a este órgão.

**Quadro 3. Demandas do Ministério Público ao DAIA**

ANO	1997	1998	1999
Denúncias	1	1	3
Acompanhamento de processos	18	24	38
Outros (informações, esclarecimentos, cópias)	75	120	156
Total	94	145	197

Fonte: Ministério do Meio Ambiente (2000)

Diante do panorama nacional, principalmente no tocante ao não tratamento de 65% do esgoto coletado (IBGE, 2002), o Ministério Público, na função de curador do meio ambiente, tem atuado de forma rigorosa, firmando *Termos de Ajustamento de Conduta – TAC* – ou ajuizando ação civil pública com o intuito de exigir que as empresas de saneamento tratem e disponham de forma adequada o esgoto coletado.

Como exemplo, na cidade de São Carlos o Ministério Público desta cidade move uma ação civil pública em face da Prefeitura Municipal de São Carlos e do Serviço Autônomo de Água de São Carlos. Trata-se de ação civil pública de natureza ambiental com o objetivo de ver as então réis, compelidas e condenadas nas obrigações de fazer e não fazer, consistentes em indicar os pontos de despejo de esgoto doméstico da cidade de São Carlos, bem como para absterem-se de continuar despejando o mesmo esgoto doméstico nos cursos de água do Município de São Carlos sem o prévio tratamento e em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos.

#### **4.2.1.1 – Inquérito Civil**

O inquérito civil é um procedimento administrativo investigatório a cargo do Ministério Público; seu objetivo é a coleta de elementos de convicção que sirvam de base à propositura de uma ação civil pública ou coletiva para defesa de interesses metaindividuais, ou seja, destina-se a colher elementos de convicção para que, à sua vista, o ministério público possa identificar ou não a hipótese em que a lei exige sua iniciativa na propositura de alguma ação civil pública ou coletiva (MILARÉ, 2002).

No transcorrer do inquérito civil pode ser firmado um Termo de Ajustamento de Conduta (TAC), que é uma espécie de transação que versa sobre interesses metaindividuais e foi uma novidade introduzida pelo Código de Defesa do Consumidor. O TAC é um título executivo extrajudicial e caso não seja cumprido o ministério público intentará ação de execução judicial.

O Termo de Ajustamento de Conduta é um instrumento com força de título executivo extrajudicial, que tem como objetivo a recuperação do meio ambiente degradado ou o condicionamento de situação de risco potencial à integridade ambiental.

Ademais, estabelece obrigações e condicionantes técnicas que deverão ser rigorosamente cumpridas pelo infrator de modo a prevenir, cessar, adaptar, recompor, corrigir ou minimizar seus efeitos negativos sobre o meio ambiente.

#### **4.2.1.2 – Ação Civil Pública**

Como explica MILARÉ (2000), a Lei 6.938/81, ao definir a Política Nacional do Meio Ambiente e conceder legitimação ao Ministério Público para a ação de responsabilidade civil contra o poluidor por “danos causados ao meio ambiente”, estabeleceu, pela primeira vez em nosso país, uma hipótese de ação civil pública ambiental.

Se a origem da ação civil pública ambiental está na Lei 6.938/81 de caráter eminentemente material, seu perfil definitivo e acabado ocorre com a Lei 7.347/85 de cunho processual.



A ação civil pública foi elaborada pela Lei 7.347, de 24 de Julho de 1985. Segundo MACHADO (2001), a ação judicial é denominada “civil” porque tramita perante o juízo civil e não criminal. A ação também é chamada “pública” porque defende bens que compõem o patrimônio social e político, assim como os interesses difusos e coletivos, como se vê do artigo 129, inciso III, da Constituição Federal de 1988. A ação visa defender o meio ambiente, o consumidor, os bens e direitos de valor artístico, estético, histórico, turístico e paisagístico.

As finalidades da ação civil pública são:

- ✓ cumprimento da obrigação de fazer;
- ✓ cumprimento da obrigação de não fazer e/ou
- ✓ a condenação em dinheiro.

A ação civil pública consagrou uma instituição – o Ministério Público – valorizando o seu papel de autor em prol dos interesses difusos e coletivos. O Ministério Público saiu do exclusivismo das funções de autor no campo criminal e da defesa de fiscal da lei no terreno cível, para nesta esfera passar a exercer mister de magnitude social (MACHADO, 2001).

#### **4.2.2 – Lei dos Crimes Ambientais – Lei 9.605/98**

Esta lei trata, especialmente, de crimes contra o meio ambiente e de infrações administrativas ambientais. Na concepção de MACHADO (2001), a Lei 9.605/98 tem como inovações marcantes a não utilização do encarceramento como norma geral para as pessoas físicas criminosas, a responsabilidade penal das pessoas jurídicas e a valorização da intervenção da Administração Pública, através de autorizações, licenças e permissões.

Segundo MILARÉ (2000), a Lei 9.605/98 cumpriu ao mesmo tempo duas missões: deu efetividade ao ideário constitucional de apenar as condutas desconformes ao meio ambiente e atendeu a recomendações insertas na Carta da Terra e na Agenda 21, aprovadas na Conferência do Rio de Janeiro, auxiliando os Estados a formularem leis direcionadas à efetiva responsabilidade por danos ao ambiente e para a compensação às vítimas da poluição.

O acolhimento da responsabilidade penal da pessoa jurídica na Lei 9.605/98 mostra que houve atualizada percepção do papel das empresas no mundo contemporâneo. Nas últimas décadas, a poluição, o desmatamento intensivo, a caça e a pesca predatória não são mais praticados só em pequena escala. O crime ambiental é principalmente corporativo (MACHADO, 2001).

A nova Lei de Crimes Ambientais prevê, entre as penas de interdição temporária de direitos, a serem aplicadas aos infratores da legislação ambiental, a “proibição de o condenado contratar com o Poder Público, receber incentivos fiscais ou quaisquer outros benefícios, bem como participar de licitações fiscais pelo prazo de 5 anos, no caso de crimes dolosos, e de três anos, no de crimes culposos” (art.10,I). Cabe salientar que os crimes dolosos são os intencionais, deliberados, e crimes culposos são aqueles praticados sem intenção de produzir aquele resultado, mas por imprudência, imperícia ou negligência.

#### **4.2.2.1 – Crime de Poluição**

O artigo 54, caput e seu parágrafo 1º da Lei dos Crimes Ambientais prevê: “Causar poluição de qualquer natureza em níveis tais que resultem ou possam resultar em danos à saúde humana, ou que provoquem a mortandade de animais ou a destruição significativa da flora”: Pena – reclusão, de um a quatro anos, e multa

A referida Lei prevê que a pessoa física ou jurídica que der causa a uma conduta ou atividade lesiva ao meio ambiente estará sujeita à responsabilização na esfera criminal, consistente na aplicação de penas de multa, privativas de liberdade ou restritivas de direito.

Ademais, o Representante do Ministério Público pode promover a denúncia criminal do ato havido como crime contra o meio ambiente, não apenas contra as pessoas físicas autoras, co-autoras ou partícipes, sócios, quotistas, diretores, administradores, membros do conselho, empregados e prepostos em geral, ou mandatários da empresa, mas também contra a pessoa jurídica beneficiada por esse mesmo ato.

Neste contexto, é de extrema relevância a adequação ambiental, pois sem esta, uma empresa passa a ser poluidora, estando assim, passível às sanções previstas na lei de Crimes Ambientais.

#### **4.2.3 – Instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente e da Política Nacional de Recursos Hídricos**

A Política Nacional do Meio Ambiente tem por objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no País, condições ao desenvolvimento sócio-econômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana (art. 2º. da PNMA).

Prescreve o artigo 2º da Política Nacional dos Recursos Hídricos – PNRH – seus objetivos, que são:

- I - assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos;
- II - a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável;
- III - a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrente do uso inadequado dos recursos naturais.

Os instrumentos são os meios para atingir os objetivos propostos por uma política. Tendo em vista o inter relacionamento entre estas políticas, o fluxograma da figura 8 foi elaborado com o intuito de posicionar estes instrumentos de forma elucidativa.



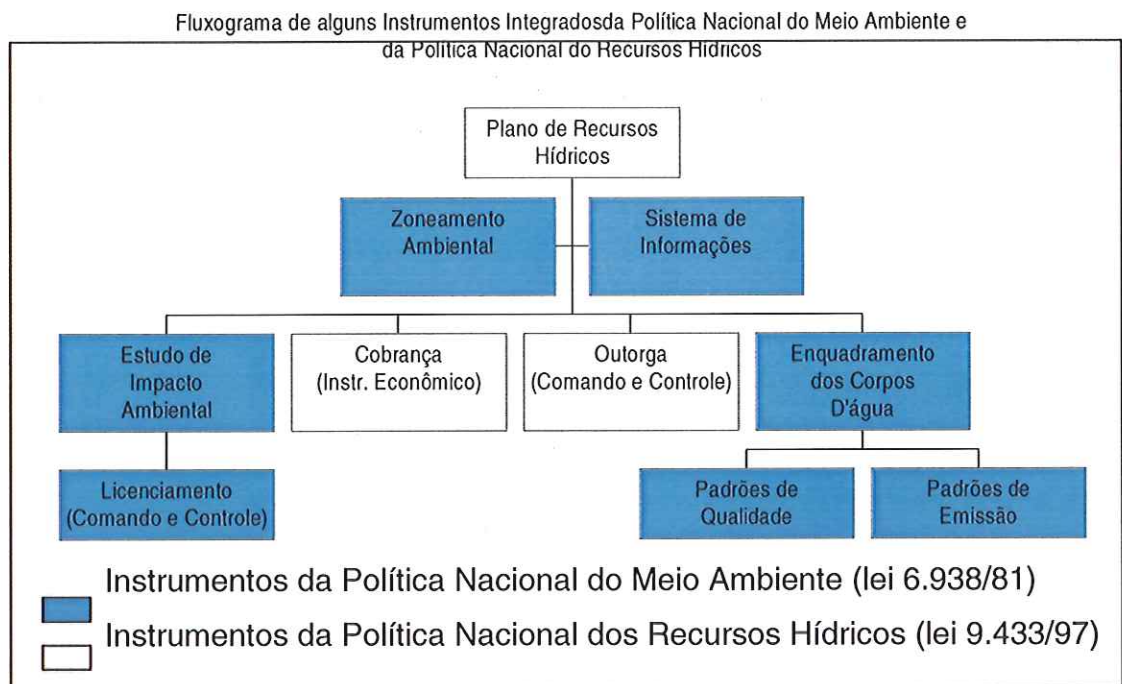


Figura 8 - Fluxograma de alguns Instrumentos Integrados da PNMA e PNRH

Segundo SOUZA (2000), o zoneamento ambiental deve ser visto como um plano de desenvolvimento regional, e não como uma ação exclusiva do 'setor' ambiental da administração pública. Assim, a criação de fóruns institucionais de interlocução entre a sociedade civil e os governos locais aparece como uma iniciativa básica para o bom êxito do planejamento ambiental. Portanto, o Zoneamento Ambiental, o Sistema de Informações e o Plano de Recursos Hídricos devem ser elaborados de forma interdependente, visando à sustentabilidade da região a ser trabalhada.

Conseqüentemente, após a elaboração de um Plano de Recursos Hídricos surgem parâmetros a serem abordados na aplicação dos outros instrumentos.

O Estudo de Impacto Ambiental (EIA), segundo TOMMASI (1994), é o estudo de um ciclo de eventos, interligados numa cadeia de causas e efeitos que decorrem de necessidades humanas. Se esses efeitos degradam o ecossistema, eles causam um impacto ambiental. É especialmente importante na avaliação de impacto, prever a combinação esperada de efeitos passados, presentes e futuros.

O CONAMA, por meio da resolução nº. 01/86 vincula o estudo prévio de impacto ambiental (EPIA) aos sistemas de licenciamento ambientais.

O licenciamento de atividades poluidoras condiciona sua realização à construção, à instalação, à ampliação e ao funcionamento de estabelecimentos e atividades utilizadores de recursos ambientais.

No tocante ao instrumento de outorga, define-se esta como “consentimento, concessão, aprovação, beneplácito”. Seus objetivos encontram-se no artigo 11 da lei 9.433/97: “O regime de outorga de direitos de uso de recursos hídricos tem como objetivo assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso à água”.

Segundo GRANZIERA (2002), a outorga do direito de uso da água é o instrumento pelo qual o poder público atribui ao interessado, público ou privado, o direito de utilizar privativamente o recurso hídrico.

A cobrança pelo uso da água consiste no único instrumento *econômico* da política de recursos hídricos. Nos termos do art. 19 da Lei nº 9.433/97, constituem objetivos da cobrança: “I - reconhecer a água como bem econômico e dar ao usuário uma indicação de seu real valor; II - incentivar a racionalização do uso da água; III - obter recursos financeiros para o financiamento dos programas e intervenções contemplados nos planos de recursos hídricos.”

Neste contexto, GRANZIERA (2002) ensina: “A cobrança encontra-se na outra extremidade da política de recursos hídricos: de um lado, estão os planos, que fixam metas e prioridades a serem cumpridas. A cobrança tem por objetivo, entre outros, arrecadar recursos financeiros necessários ao desenvolvimento de atividades relativas ao alcance das metas propostas no Plano. Entre esses dois extremos, encontram-se os instrumentos de controle administrativo – outorga do direito de uso da água e licenciamento ambiental”

Finalmente, não que seja menos importante, apenas por uma questão de posicionamento no fluxograma, o instrumento Enquadramento dos Corpos de Água, o qual foi regulamentado pela resolução nº 20/86 do CONAMA que classificou as águas doces, salobras e salinas do território nacional em nove classes, de modo a assegurar seus usos preponderantes, estabelecendo os Padrões de Qualidade e de Emissão.

SOUZA (2000) ensina que com o estabelecimento dos *padrões de qualidade e de emissão* é possível determinar, na prática, o significado do



termo 'poluição'. Utilizando a água como exemplo, a partir de usos desejados e requeridos pela sociedade, estabelece-se o padrão de qualidade que reflete, por sua vez, a permissividade do corpo de água. Assim, uma classificação menos exigente admitiria mais atividades por exigir um padrão menor. Por fim, deve ser observado que é o padrão de qualidade que determina o ponto inicial da caracterização da poluição, ou seja, a partir do padrão mínimo estipulado em norma, fica caracterizada a poluição. Antes desse ponto não se pode falar em poluição. Portanto, a poluição é estabelecida por uma 'norma', e não apenas por uma situação ambiental real que esteja ocorrendo.

#### 4.2.4 – Licenciamento Ambiental

A Política Nacional do Meio Ambiente, instituída pela lei 6.938/81, inclui, entre os seus instrumentos, "o licenciamento e a revisão de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras" (art. 9º, IV). Já o artigo 10 desta lei estabelece que: "A construção, instalação, ampliação e funcionamento de estabelecimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, considerados efetiva e potencialmente poluidores, bem como os capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental, dependerão de prévio licenciamento de órgão estadual competente, integrante do SISNAMA, e do IBAMA, em caráter supletivo, sem prejuízo de outras licenças exigíveis".

A Resolução do CONAMA 237/97 é atualmente o principal instrumento normativo que regulamenta o licenciamento ambiental de atividades causadoras de impacto ambiental.

Prescreve o Art. 8º da referida resolução que o Poder Público, no exercício de sua competência de controle, expedirá as seguintes licenças:

- I - *Licença Prévia (LP)* - concedida na fase preliminar do planejamento do empreendimento ou atividade aprovando sua localização e concepção, atestando a viabilidade ambiental e estabelecendo os requisitos básicos e condicionantes a serem atendidos nas próximas fases de sua implementação;
- II - *Licença de Instalação (LI)* - autoriza a instalação do empreendimento ou atividade de acordo com as especificações constantes dos planos, programas e projetos aprovados, incluindo as medidas de controle ambiental e demais condicionantes, da qual constituem motivo determinante;



➤ III - *Licença de Operação (LO)* - autoriza a operação da atividade ou empreendimento, após a verificação do efetivo cumprimento do que consta das licenças anteriores, com as medidas de controle ambiental e condicionantes determinados para a operação.

No Anexo I esta resolução estão elencadas as atividades ou empreendimentos sujeitos ao licenciamento ambiental. No item 18 deste anexo estão:

“18. Serviços de Utilidade

- produção de energia termoelétrica;
- transmissão de energia elétrica;
- estações de tratamento de água;
- interceptores, emissários, estação elevatória e tratamento de esgoto sanitário;
- tratamento e destinação de resíduos sólidos urbanos, inclusive aqueles provenientes de fossas;
- dragagem e derrocamentos em corpos d'água;
- recuperação de áreas contaminadas ou degradadas.

No Estado de São Paulo, a Resolução SMA 42/94 instituiu o chamado RAP - *Relatório Ambiental Preliminar*, utilizado pela Secretaria do Meio Ambiente de São Paulo, que constitui um documento no qual o empreendedor submete preliminarmente ao órgão ambiental a descrição da obra ou empreendimento para que esse, a seu critério, julgue sobre a necessidade de elaboração do EPIA/RIMA. Em caso negativo, é emitido parecer técnico para subsidiar a emissão de Licença Prévia, apresentando-se também exigências a serem cumpridas pelo empreendedor para a emissão da Licença de Instalação (SANTILLI<sup>8</sup>, 2001).

A seguir são discriminados os procedimentos iniciais para solicitação das Licenças Ambientais de empreendimentos:

- a) O empreendedor deve requerer à Secretaria do Meio Ambiente (SMA), a Licença ambiental, instruída com o Relatório Ambiental Preliminar (RAP).
- b) A SMA, através do seu Departamento de Avaliação de Impactos Ambientais – DAIA, subordinado à Coordenadoria de Planejamento Ambiental – CPLA,

---

<sup>8</sup> “O sistema de licenciamento ambiental e os instrumentos intermediários de avaliação de impacto ambiental” – estudo realizado pelo Grupo de Trabalho do Protocolo Verde

analisa o *RAP*, podendo:

- indeferir o pedido de licença em razão de impedimentos legais ou técnicos;
  - exigir a apresentação do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e respectivo Relatório Impacto ao Meio Ambiente (RIMA), ou
  - dispensar a apresentação de EIA/RIMA.
- c) No caso da exigência da apresentação do EIA/RIMA, pode ser solicitada a realização de Audiência Pública (AP), devendo o empreendedor submeter à SMA o Plano de Trabalho ou Termo de Referência (PT/TR) para elaboração do EIA/RIMA. Aprovado o plano de trabalho, será estabelecido um prazo para entrega desse relatório.
- d) No caso de dispensa de apresentação do EIA/RIMA, a SMA emitirá as respectivas Licenças Ambientais, após a emissão, pelo DAIA, do Relatório técnico científico referente ao empreendimento em análise.

Os procedimentos para a obtenção das licenças ambientais podem ser vistos na figura 9:

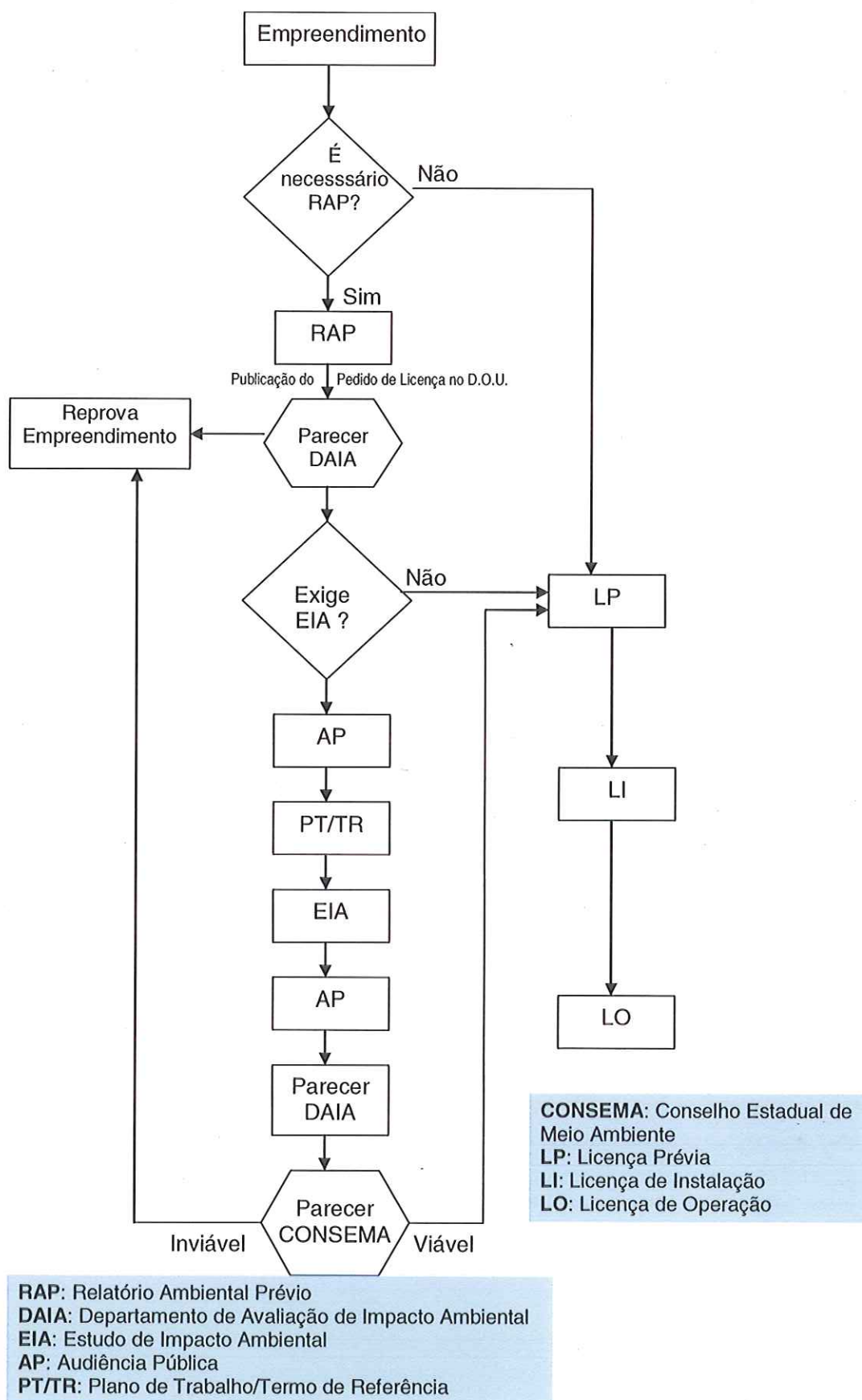


Figura 9 – Fluxograma dos procedimentos para obtenção das Licenças ambientais segundo a SMA-42



Com relação à Resolução SMA-42, causa estranheza a realização da Audiência Pública somente após a não aprovação do RAP pelo DAIA, ou seja, a sociedade irá tomar conhecimento do empreendimento caso o DAIA ache pertinente/necessário. Como visto no item 3.3, em busca da sustentabilidade ambiental, a participação da sociedade é uma etapa muito importante, inclusive constitucionalmente garantida e a possível supressão desta pode ser um entrave na busca do desenvolvimento sustentável.

#### **4.2.5 – Estudo de Impacto Ambiental**

A compatibilidade do crescimento econômico com a qualidade ambiental pressupõe a criação de canais para harmonizar as relações entre os diversos elementos sociais que interagem dentro de um Sistema de Gestão. Sendo assim, para instituir as diretrizes, coordenar o planejamento estratégico e embasar legalmente a aplicação dos diversos instrumentos de gestão, estão as políticas de meio ambiente (CERUCCI, 1998).

Para coordenar o Sistema de Gestão Ambiental, as políticas vão estipular diversos instrumentos – que podem assumir ao mesmo tempo diversas características tais como: econômicas, normativas e técnicas – permitindo a inserção das variáveis ambientais nos processos de desenvolvimento. Dentre esses instrumentos destaca-se a Avaliação de Impactos Ambientais.

Segundo MILARÉ (2000), o Estudo de Impacto Ambiental (EIA), como parte integrante do processo de Avaliação de Impacto Ambiental, é hoje considerado um dos mais notáveis instrumentos de compatibilização do desenvolvimento econômico-social com a preservação da qualidade do meio ambiente, já que deve ser elaborado antes da instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação. Esse importante instrumento de planejamento e controle ambiental decorre do princípio da consideração do meio ambiente na tomada de decisões, e diz a elementar obrigação de se levar em conta o fator ambiental em qualquer ação ou decisão – pública ou privada – que possa sobre ele causar qualquer efeito negativo.

De acordo com a Resolução 01/86 do CONAMA, considera-se impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas

do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetem:

- I – a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- II – as atividades sociais e econômicas;
- III – a biota;
- IV – as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;
- V – a qualidade dos recursos ambientais.

A Constituição Brasileira preceitua que: “para assegurar a efetividade desse direito (ao meio ambiente ecologicamente equilibrado), incumbe ao Poder Público: exigir, na forma da lei, para a instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente, estudo prévio de impacto ambiental, a que se dará publicidade” (art. 225, §1º., IV).

Segundo Machado (2001), quatro pontos podem ser destacados no mandamento constitucional:

- a) o estudo de impacto ambiental deve ser anterior à autorização da obra e/ou autorização da atividade;
- b) o estudo de impacto ambiental deve ser exigido pelo Poder Público;
- c) a norma constitucional diferencia instalação de obra e funcionamento de atividade. Para ambas pode ser exigido o estudo de impacto ambiental, desde que haja possibilidade de degradação significativa do meio ambiente.
- d) o estudo de impacto ambiental tem como uma de suas características a publicidade.

Como muito bem explica SOUZA (2000), o EPIA é um procedimento analítico-científico realizado por uma equipe multidisciplinar. Ele tem por objetivo descrever os impactos ambientais previsíveis em decorrência de obras ou atividades a serem implantadas em determinada área, com sugestões específicas relacionadas a alternativas que sejam consideradas apropriadas para diminuir impactos negativos sobre o meio. Concluindo o ensinamento, o referido autor ainda ensina que o RIMA é a ‘tradução’ dos principais tópicos do EPIA para a linguagem comum do cotidiano, possibilitando que qualquer pessoa que não seja especialista tenha condições de entender o que está sendo proposto e analisado.



Os conflitos gerados no processo de aprovação dos EPIA/RIMA entre empresas e sociedade civil, devem-se, segundo SANCHEZ (1996), ao fato de que as empresas ao prepararem o EPIA/RIMA tem as seguintes concepções: (a) o EPIA deve custar o menos possível, independente da sua qualidade (já que seu único papel é o de conseguir a aprovação de projeto); (b) os estudos são encomendados somente quando o projeto está inteiramente definido sob o ponto de vista técnico, prejudicando ou mesmo impedindo o estudo de alternativas, fazendo com que os estudos ambientais devam ser elaborados em caráter de urgência.

Ciente desta problemática, SOUZA (2000) alerta que a respeito dos processos de engenharia de resultado conhecido - “sei o resultado e faço dar” - eles existem em várias áreas do conhecimento humano e o tema ambiental não está imune às investidas do homem.

Por fim, impende destacar que o Estudo Prévio de Impacto Ambiental é um importante mecanismo de prevenção, responsável pela determinação da viabilidade ambiental de um empreendimento.

Com relação à prevenção, MILARÉ (2000) ensina que o princípio da prevenção é basilar em Direito Ambiental, concernindo à prioridade que deve ser dada às medidas que evitem o nascimento de atentados ao ambiente, de molde a reduzir ou eliminar as causas de ações suscetíveis de alterar a sua qualidade.

Ademais, no tocante à participação da sociedade, BRAGA *et. al.*(2002) entendem que a gestão ambiental por meio do EIA/RIMA é exemplar e educativa, pois exige uma convivência democrática, a integração de toda a sociedade na compreensão da problemática do meio ambiente e, sobretudo, a consciência e co-responsabilidade mais direta no processo decisório público.



# 5

## SERVIÇO DE ÁGUA

### 5.1 – INTRODUÇÃO

Os sistemas de abastecimento de água tratada em uma cidade são constituídos basicamente pelas seguintes unidades:

- ✓ Captação: captação da água do manancial (superficial) ou do aquífero (subterrânea), podendo ser feita por meio de tomada direta ou utilizando sistema de bombeamento.
- ✓ Adução: Transporte da água entre duas unidades do sistema de abastecimento, através de tubulações ou canais (adutoras).
- ✓ Tratamento: Conjunto de processos adotados, visando a transformar a água bruta em água potável.
- ✓ Reservação: Acumulação da água em reservatórios para posterior distribuição.
- ✓ Rede de distribuição: Tubulações dispostas nas vias públicas, para efetuar o fornecimento de água às edificações, podendo incluir estações elevatórias ou de recalque dependendo da topografia do terreno.

### 5.2 – TRATAMENTO

Os lodos gerados nos decantadores de ETAs completas podem ter suas características bastante variadas, dependendo fundamentalmente das condições apresentadas pela água bruta, dosagens e produtos químicos utilizados, forma de limpeza dos decantadores, entre outros fatores

(CORDEIRO\*\*\* apud REALI, 1999). Esta variedade nas formas de tratamento de água pode ser vista na figura 10, elaborada por DI BERNARDO (2000).

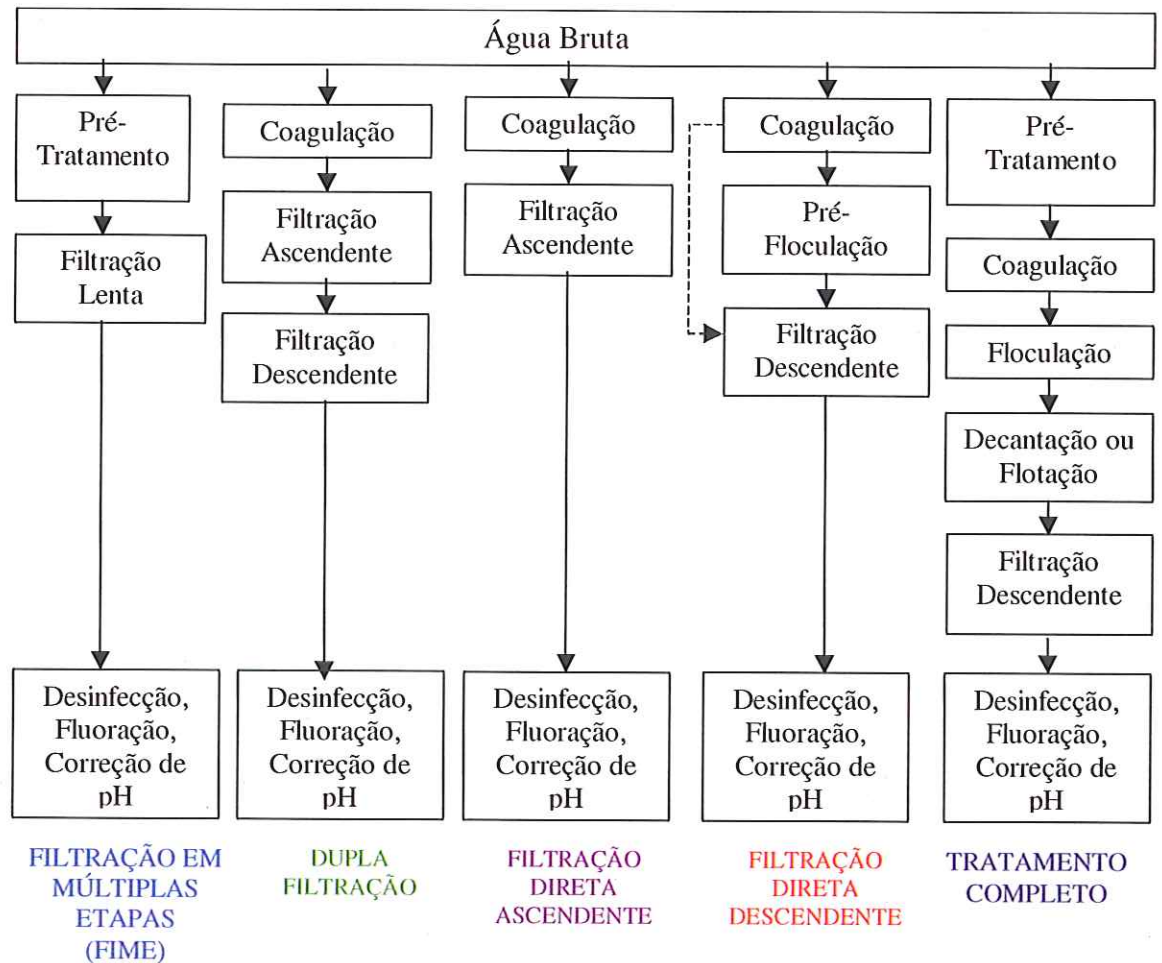


Figura 10 – Diagrama das formas de Tratamento de Água existentes  
Fonte: DI BERNARDO (2000)

De um modo geral, as técnicas de tratamento de água para consumo humano podem ser agrupadas em duas classes, quais sejam: Tratamento sem Coagulação Química: filtração em múltiplas etapas (pré-filtração em pedregulho e filtração lenta); Tratamento com Coagulação Química: tratamento em ciclo completo, filtração direta descendente, filtração direta ascendente e dupla filtração (DI BERNARDO, 2000).

Para melhor entendimento das tecnologias de tratamento, a seguir é feita uma descrição dos processos e operações envolvidos:

\*\*\* CORDEIRO, J. C. *Importância do Tratamento e Disposição Adequada dos Efluentes Líquidos de ETAs* in: REALI (1999) p. 5

✓ **Mistura Rápida** : operação na qual ocorre intensa agitação da água bruta para a introdução do coagulante; é feita no início do processo de tratamento;

✓ **Coagulação**: devido à presença do coagulante ocorre a desestabilização das partículas coloidais presentes na água bruta e dá-se início à aglomeração das partículas .

✓ **- Flocculação** : Após a coagulação, faz-se a agitação relativamente lenta, com o objetivo de proporcionar encontros e transformar partículas menores em agregados maiores ou flocos. Com o aumento do tamanho dos flocos, as forças de cisalhamento podem causar a ruptura dos flocos. A agregação e a ruptura ocorrem simultaneamente, conduzindo a uma única condição de distribuição de tamanho dos flocos (DI BERNARDO, 1993).

✓ **Sedimentação e Flotação**: A sedimentação é o fenômeno físico em que as partículas em suspensão apresentam movimento descendente em meio líquido de menor massa específica, devido à ação da gravidade, enquanto que a flotação caracteriza-se pela ascensão das partículas suspensas, pela aderência de microbolhas de ar às mesmas, tornando-as de menor massa específica que o meio onde se encontram. A ocorrência da sedimentação ou da flotação das partículas suspensas propicia clarificação do meio líquido, ou seja, operação de separação das fases sólida e líquida (DI BERNARDO, 1993).

✓ **Filtração**: A filtração consiste na remoção de partículas suspensas e coloidais e de microrganismos presentes na água que escoam através de um meio poroso. Em geral, a filtração é o processo final de remoção de impurezas realizado em uma Estação de Tratamento de Água e, portanto, principal responsável pela produção de água com qualidade condizente com o Padrão de Potabilidade. Na filtração rápida descendente, com ação de profundidade, as impurezas são retidas ao longo do meio filtrante, em contraposição à de ação superficial, em que a retenção é significativa apenas no topo do meio filtrante. Independentemente da condição de filtração, após um certo tempo de funcionamento, há a necessidade da lavagem do filtro, geralmente realizada por meio da introdução de água no sentido ascensional



com velocidade relativamente alta para promover a fluidificação parcial do meio granular com liberação das impurezas. (DI BERNARDO, 1993).

### 5.3 – TOXICIDADE DO LODO DE ETA

Segundo AWWA (1990), as químicas do alumínio e do ferro são similares, entretanto, as espécies de ferro são menos solúveis que as espécies de alumínio numa faixa de pH mais ampla. Existem mais informações relacionadas aos efeitos adversos dos despejos contendo sais de alumínio, pois estes, em relação aos sais de ferro, são mais prejudiciais ao meio ambiente.

O problema principal relacionado ao despejo de alumínio residual em corpos d'água é a toxicidade do alumínio no ambiente aquático. Quando o alumínio é disposto em lagos ou pequenos rios, ele pode ser tóxico à vida aquática. É difícil generalizar os impactos ambientais decorrentes de despejos de resíduos de tratamento de água em corpos d'água pois tais impactos são inerentemente dependentes de uma matriz de parâmetros físicos, químicos e biológicos do corpo d'água receptor (AWWARF e KIWA,1990). As características de cada caso devem ser individualmente analisadas para se avaliar o potencial de ameaça do resíduo da Estação de Tratamento de Água à qualidade da água do corpo receptor.

A concentração das espécies de alumínio que causam toxicidade depende das características químicas da água, os organismos afetados e os efeitos monitorados. O estudo da química aquática do alumínio é bastante difícil devido a certas razões, tais como (AWWARF e KIWA,1990):

- i. Sua forma e seus conseqüentes efeitos variam com o pH;
- ii. O alumínio é abundante em meio aquático, dificultando a análise isolada dos efeitos do alumínio advindo de um despejo de estação de tratamento de água;
- iii. O alumínio apresenta variação em sua taxa de solubilidade.

A toxidade potencial dos lodos de ETAs para plantas, seres humanos e organismos aquáticos depende de fatores tais como : i) características da água bruta, ii) produtos químicos utilizados no tratamento; iii) possíveis contaminantes contidos nesses; iv) reações químicas ocorridas durante o

processo; v) forma de remoção e tempo de retenção dos resíduos nos tanques de sedimentação; vi) características hidráulicas, físicas, químicas e biológicas do corpo receptor, etc., (CORDEIRO, 1993).

A disposição de resíduos industriais e domiciliares próximo a mananciais pode ocasionar a contaminação das águas superficiais utilizadas como fonte de abastecimento. Vale ainda ressaltar o problema da contaminação destes por fertilizantes e pesticidas que são utilizados em lavouras de forma indiscriminada. Assim, as características dos lodos de ETAs podem ser alteradas devido à presença de compostos tóxicos na água bruta.

AWWA *et al.*(1996), apresentam dados de toxicidade do alumínio para diversas espécies de peixes, invertebrados, bactérias e algas de água doce. Estudos mostraram que em condições de baixo pH (abaixo de 6,0), alumínio inorgânico pode ser tóxico a organismos aquáticos.

Um aumento na concentração de alumínio em condições de acidez causa desequilíbrio do mecanismo regulador de íons no meio aquático e conseqüente ruptura da membrana celular da biota aquática. O bloqueio da respiração em peixes é outro efeito do aumento da concentração de alumínio.

Segundo BARBOSA (2000), a disposição "*in natura*" dos efluentes das ETAs **prejudica a biota aquática e compromete a qualidade da água e do sedimento dos corpos receptores.**

DI BERNARDO (1993) cita diversos problemas de saúde pública, associados à presença de metais pesados na água, podendo-se destacar:

- ✓ **Alumínio** – afeta a absorção de Fósforo, causando fraqueza, doenças nos ossos e anorexia; o mal de Alzheimer tem sido associado a este elemento;
- ✓ **Arsênio** – afeta o sistema cardiovascular e é considerado cancerígeno;
- ✓ **Cádmio** – é tóxico, causa disfunções renais e pode ser cancerígeno;
- ✓ **Cromo** – o cromo trivalente é essencial do ponto de vista nutricional, não tóxico e pouco absorvido pelo organismo; o cromo hexavalente é altamente tóxico e afeta seriamente rins e sistema respiratório;
- ✓ **Cobre** – pode causar danos funcionais ao fígado e rins;



- ✓ **Chumbo** – causa vários problemas no sangue e no funcionamento dos rins, interfere no metabolismo da vitamina D e em altas doses é potencialmente cancerígeno;
- ✓ **Mercúrio** – causa disfunções renais e afeta irreversivelmente o sistema nervoso;
- ✓ **Níquel** – pode causar alterações nas células do sangue;
- ✓ **Zinco** – causa falha no crescimento e perda de paladar.

A Tabela 4, elaborada por BARROSO (2002), apresenta alguns valores reportados na literatura para concentração de metais nos resíduos gerados em ETAs de ciclo completo, vale ressaltar que os resultados estão expressos na base seca, isto é, miligrama de metal por quilograma de resíduo ( $\text{mg}/\text{kg}_{\text{resíduo}}$ ).

Tabela 4 – Valores de concentração de metais nos resíduos gerados em ETAs de ciclo completo.

Parâmetros	Unidade	BARBOSA (2000) <sup>a</sup>	MASSCHELEIN (1992) <sup>b</sup>	KAGGWA <i>et al.</i> (2001)	ASCE & AWWA (1996) <sup>c</sup>
pH	-	-	-	6,7	-
Alumínio	Mg/kg	114750	-	1370	52095
Arsênio	Mg/kg	-	-	-	14,7
Cádmio	Mg/kg	ND	1	-	11,7
Chumbo	Mg/kg	65,5	35	-	100,2
Cobalto	Mg/kg	-	15	-	-
Cobre	Mg/kg	47	40	70	326,1
Cromo VI	Mg/kg	36,5	20	-	56,5
Cromo III					
Ferro solúvel	Mg/kg	261500	4100	8600	63642
Manganês	Mg/kg	1450	800	380	398,5
Mercúrio	Mg/kg	-	0,008	-	2,5
Níquel	Mg/kg	64,75	25	-	53,8
Zinco	Mg/kg	46,5	-	70	3036

a. Média obtida de 2 coletas de amostras dos resíduos de decantadores da ETA/SAAE – São Carlos;

b. Valores médios de resíduos gerados em decantadores convencionais;

c. Valores médios de resíduos de 12 ETAs, 10 (sulfato de alumínio) e 2 (cloreto férrico) como coagulantes, ND. Não detectado;

Fonte: BARROSO (2002).



## 5.4 – GERAÇÃO DE RESÍDUOS DO TRATAMENTO DE ÁGUA

Os resíduos do tratamento de água são primeiramente produzidos no processo de coagulação, filtração e oxidação da água para remover turbidez, cor, bactérias, algas, compostos orgânicos e freqüentemente ferro e/ou manganês (AWWA *et. al.*, 1996). Um tipo de resíduo é gerado pelos sais de alumínio ou de ferro que são geralmente utilizados na coagulação. Outro tipo de residual resulta da adição da cal, hidróxido de cálcio e/ou soda cáustica na água bruta para a remoção de cálcio e magnésio.

Na figura 11 podem ser vistos os pontos de geração de resíduos em uma ETA de ciclo completo.

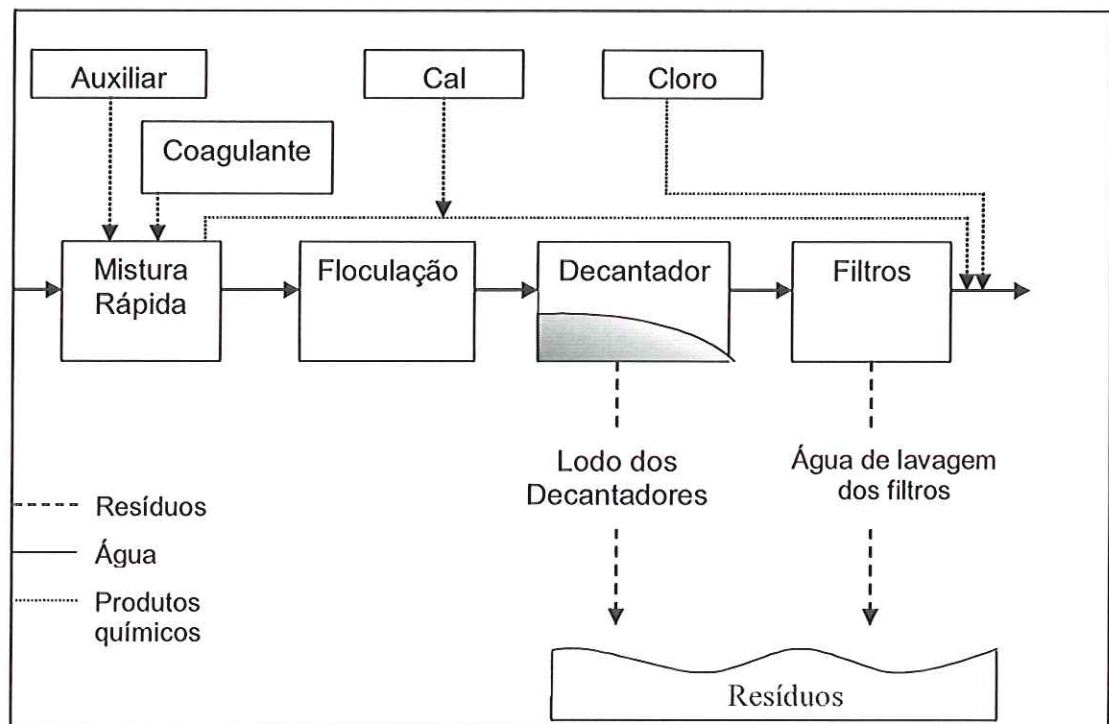


Figura 11 - Pontos de geração de resíduos em um ETA convencional  
Fonte:CORDEIRO<sup>†††</sup> apud REALI (1999)

O sistema de tratamento e disposição dos resíduos deve ser compatível com as condições locais, ressaltando-se a situação financeira, a localização, a disponibilidade de área, a existência de mão de obra qualificada para operação e manutenção, a quantidade de lodo produzido, a qualidade da água bruta, etc. (DI BERNARDO, 1993).

<sup>†††</sup> CORDEIRO, J. C. *Importância do Tratamento e Disposição Adequada dos Efluentes Líquidos de ETAs* in: REALI (1999) p. 5

De acordo com REALI (1999), em cada ETA, o método de tratamento dos resíduos e a forma empregada para disposição do lodo devem se basear em estudo de alternativas viáveis do ponto de vista técnico, econômico e *ambiental* para se considerar a sustentabilidade da solução adotada. Uma escolha adequada deve levar em conta a quantidade e características dos resíduos líquidos, a disponibilidade de área, as características dos mananciais próximos às ETAs, os custos de implantação e operação envolvidos. A alternativa encontrada para uma determinada ETA não pode ser aplicada indiscriminadamente em outras, pois as características dos resíduos variam consideravelmente.

Mudanças no tipo de coagulante, no sistema de lavagem dos filtros e a automatização da ETA são exemplos de alternativas que tem a finalidade de reduzir a quantidade dos resíduos gerados nas ETAs.

Neste contexto, o tratamento dos resíduos gerados nas estações de tratamento de água passou a ser intensivamente estudado ultimamente, visando, não só a recuperação da água da lavagem de filtros e descargas de decantadores, como também, os métodos apropriados de adensamento, desaguamento e disposição do lodo resultante.

### **5.5 – BUSCA DE ALTERNATIVAS DE REDUÇÃO DE VOLUME DE LODO**

Apesar de já citado no capítulo 3 (Estado da Arte), com o intuito de melhor entendimento deste sub item, podem ser citados os seguintes métodos ou equipamentos para o tratamento e a disposição dos resíduos de estações de tratamento de água, esgotos sanitários e industriais (METCALF & EDDY (1995):

- disposição no solo;
- disposição em lagoas;
- lançamento direto em águas superficiais;
- lançamento na rede de esgoto;
- leitos de secagem;
- filtros-prensa;
- centrifugas;
- filtro à vácuo;
- recuperação de sulfato de alumínio;

- utilização dos LETAs como auxiliares no processo de coagulação-floculação;
- prensa desaguadora ("belt-press");
- flotação.

Dentre os sistemas inovadores, desenvolvidos em países como Bélgica, Holanda, Alemanha, Estados Unidos e África do Sul, pode-se citar:

- filtro-prensa de diafragma;
- filtro-prensa tubular;
- sistema Hi-Compact;
- sistema Compactador;
- microfiltração;
- sistema de aquecimento-degelo;
- filtro-prensa contínuo de alta pressão

Na Figura 12 pode ser visto um organograma dos sistemas convencionais de redução do volume de lodo.

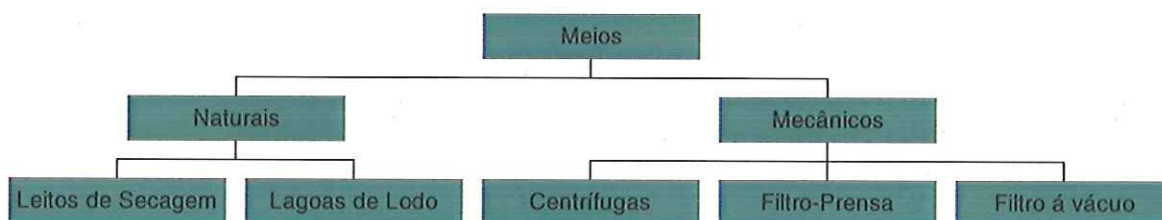


Figura 12 – Formas de redução de lodo  
Fonte: CORDEIRO<sup>†††</sup> apud REALI (1999)

Dentre os métodos citados os que mais são comuns no Brasil são o lançamento na rede de esgoto ou, infelizmente, e de forma criminosa (art. 54 da Lei de Crimes Ambientais), direto em águas superficiais, o que gera impactos ambientais e conseqüentemente a diminuição da qualidade de mananciais que são utilizados para o abastecimento de outras comunidades.

<sup>†††</sup> CORDEIRO, J. C. *Importância do Tratamento e Disposição Adequada dos Efluentes Líquidos de ETAs* in: REALI (1999) p. 15



## 5.6 – ESTRATÉGIAS USUAIS DE REMOÇÃO DE ÁGUA E DE DESTINAÇÃO FINAL DO LODO

Segundo REALI (1999), no que se refere à destinação final do lodo de ETAs, há várias opções possíveis de serem adotadas, dependendo da análise da viabilidade técnica, econômica e ambiental, para cada caso. Diversos estudos vêm sendo conduzidos visando à busca de novas alternativas para destinação desse tipo de resíduos. Dentre essas alternativas, é possível citar as seguintes:

✓ *Disposição em aterros sanitários:* esta solução pode ser utilizada, recomendavelmente, quando a torta final tenha concentração de sólidos acima de 25%.

✓ *Co-disposição com biossólidos:* o gerencialmente conjunto dos logos das ETAs e dos biossólidos gerados em estações de tratamento de esgoto pode ser bastante vantajoso do ponto de vista operacional. Essa mistura pode ser disposta diretamente em solos ou utilizada no preparo de compostos fertilizantes. O produto da mistura costuma apresentar menores teores de metais, tornando o produto mais facilmente comercializável. Segundo D'ALMEIDA e VILHENA (2000), os processos de quelação e complexação "aprisionam" o alumínio dos lodos gerados na ETA, tornando bastante interessante esta alternativa.

✓ *Disposição controlada em certos tipos de solos:* alternativa possível de ser adotada nos casos em que se comprove a não existência de impactos negativos ao solo receptor dos resíduos gerados na ETA.

✓ *Aplicações industriais diversas:* como, por exemplo, na fabricação de tijolos ou outros materiais de construção. Diversos outros tipos de aplicações industriais vêm sendo estudados nos anos recentes. As aplicações industriais dependem das características do resíduo da ETA e do material que se pretende produzir, necessitando de estudos de viabilidade técnica e econômica. Outro tipo de aplicação recente que pode apresentar vantagens, em alguns casos, é a utilização dos resíduos sólidos de ETAs na construção de bases de certos tipos de pavimentos.

✓ *Incineração de resíduos:* normalmente, os custos inerentes a essa opção são bastante elevados, além de resultarem na geração de cinzas, as

quais também necessitam de disposição adequada, ou incorporação em algum tipo de produto.

✓ *Outras novas aplicações:* novas idéias a respeito da utilização dos resíduos de ETA têm sido buscadas, podendo vir a constituir alternativas válidas, desde que apresentem viabilidade técnica, econômica e ambiental.

## 5.7 – CASO PRÁTICO

O Departamento de Água da Cidade da Philadelphia concluiu que as estações de tratamento de esgotos podem absorver e tratar os residuais das estações de tratamento de água. Todavia, existem alguns impactos negativos deste procedimento nas operações das estações de tratamento de esgoto e do centro de reciclagem de biossólidos. O cloreto férrico utilizado na coagulação e despejado nas galerias de esgoto tem melhorado a performance do processo de sedimentação primário no tratamento de esgotos e a operação de secagem dos biossólidos. Entretanto, por causa do aumento da carga de material orgânico não volátil no processo de digestão anaeróbia, ocorre uma superficial diminuição no índice de destruição de sólidos voláteis. Ademais, a concentração de ferro nos biossólidos não interfere no processo de compostagem e no programa de aplicação deste no solo.

O Departamento de Água da Filadélfia acredita que por meio de um bom protocolo de comunicação e com coordenação das operações, as unidades de tratamento de água, esgoto e biossólidos podem todas ser beneficiadas pela combinação dos residuais das estações de tratamento de água com os biossólidos gerados nas estações de esgotos. Cabe salientar que estas informações foram obtidas em entrevista pessoal com o engenheiro Willian Toffey, diretor do Departamento de Água da Cidade da Filadélfia.

## 5.8 – IMPACTOS AMBIENTAIS

Neste subitem serão apresentados os possíveis impactos ambientais para cada uma das etapas do abastecimento de água, quais sejam: captação, adução/reservação, tratamento e disposição final do lodo de ETA.



### 5.8.1 – Captação

#### 1) Fase de planejamento e elaboração do projeto:

- ✓ Considerar a capacidade do manancial existente em atender à demanda de consumo prevista e as funções ecológicas.

#### 2) Fase de execução das obras de implantação (impactos ambientais negativos):

- ✓ degradação da flora e da fauna em função da remoção da vegetação natural local;
- ✓ extinção de ecossistemas e perda de biodiversidade;
- ✓ geração de material de aterro (camadas de solo removidas);
- ✓ alteração de fluxo de veículos e tráfego local durante a execução das obras;
- ✓ geração de poeira e ruídos decorrentes das obras;
- ✓ inundação de grandes áreas por ocasião da construção de barragens para armazenamento de água;
- ✓ modificação dos cursos d'água;
- ✓ alteração dos cursos d'água.

#### 3) Fase de operação:

Durante a captação ocorre um impacto ambiental positivo, pois ao se reservar água bruta por certo período de tempo ocorre a sedimentação de materiais grosseiros e de organismos como: vermes, protozoários, ovos e cistos. além disso, as ações de bacteriófagos e da radiação ultravioleta do sol, aliadas a outros fenômenos, podem reduzir e consideravelmente a densidade de organismos patogênicos presentes nessa água (CAMPOS,1994).

A vazão a ser captada pode resultar em impacto ambiental negativo, neste sentido BANCO DO NORDESTE (1999) explica que: “A exploração das águas superficiais altera o balanço hidrológico e pode gerar efeitos ambientais negativos, entre os quais o desequilíbrio entre a disponibilidade e uso das águas superficiais e subterrâneas”.

O assoreamento dos mananciais pode ocorrer devido à supressão da



cobertura vegetal permanente que protege os solos da erosão. O que não deve acontecer se resguardadas as exigências previstas no Código Florestal (Lei 4.771/65, alterada pela Medida Provisória 2.166-67, de 24/8/2001).

### *Captação subterrânea*

O Impacto ambiental negativo decorrente da captação subterrânea ocorre no balanço hídrico, provocando alterações sobre seus componentes de carga e descarga, principalmente a ocorrência do rebaixamento do lençol freático.

As principais conseqüências do rebaixamento das águas subterrâneas são (BANCO DO NORDESTE, 1999):

- ✓ redução da umidade do solo, podendo provocar alteração de determinadas espécies de vegetação;
- ✓ esgotamento das reservas de águas subterrâneas em épocas de secas prolongadas;
- ✓ secagem de mananciais e de cursos d'água.

### **5.8.2 – Rede de distribuição**

Sob o aspecto ambiental, o principal problema da rede de distribuição é o desperdício de água, provocado pelas perdas que ocorrem geralmente em função de deficiências do sistema.

Ainda é relevante destacar que a distribuição de água potável pode resultar um indesejável e danoso, sob o enfoque ambiental, induzimento ao crescimento de uma determinada região de relevante interesse natural dantes inexplorada. Esta é a opinião do Dr. Richard Pepino<sup>sss</sup>, diretor de meio ambiente da EPA – região III, que tem enfrentado problemas desta natureza em seu departamento.

### 5.8.3 – Transporte (adução) e tratamento

Como visto no sub-item 5.2, existem diversas tecnologias de tratamento de água. Ensina DI BERNARDO (1993) que além das questões tecnológicas e da qualidade da água bruta, outros fatores devem ser levados em conta, tais como: condições sócio-econômicas da comunidade e posição geográfica que ocupa em relação às regiões desenvolvidas em um mesmo país; capacidade da estação de tratamento; disponibilidade de recursos próprios ou capacidade de endividamento através de financiamento; existência de pessoal qualificado para construção, operação e manutenção; disponibilidade de materiais de construção e de produtos químicos locais ou em regiões próximas; padrão de potabilidade. A escolha de determinada tecnologia de tratamento deve, finalmente, conduzir ao menor custo sem, contudo, deixar de lado a segurança na produção de água potável.

Acrescenta-se aos fatores acima citados as suscetibilidades ambientais (solo, recursos hídricos e ar) locais que devem ser levadas sempre em consideração para se obter a sustentabilidade ambiental do projeto, nunca podendo deixar de ser ouvida a comunidade envolvida.

A água tratada deve estar de acordo com os padrões de potabilidade estabelecidos pela portaria 518 de 25/03/04 do Ministério da Saúde. Sendo assim, a correta operação da estação de tratamento de água deve prever o ajuste às variações sazonais na qualidade da água bruta.

### 5.8.4 – Destinação final do lodo gerado na ETA

A incorreta destinação final do lodo gerado na ETA é um potencial impacto ambiental negativo do sistema de abastecimento de água. Tradicionalmente no Brasil, pouca ou quase nenhuma consideração é feita com relação a este impacto (CORDEIRO, 1993). Simplesmente o lodo gerado na ETA é disposto sem nenhum tratamento em corpos d'água o que provoca na maioria dos casos a total degradação deste. Como visto na figura 13, os lodos são gerados nos decantadores e filtros, sendo que nos decantadores convencionais, ocorre o acúmulo de grande quantidade de lodo que

---

§§§ Entrevista pessoal.

periodicamente (4 a 6 meses) é despejado nos corpos d'água.

Existem tecnologias de redução de volume e destinação final deste lodo (figura 13) que se corretamente empregadas podem mitigar os impactos referentes ao lançamento direto. A descarga deste lodo em sistemas de esgotos sanitários também é uma forma de mitigação, entretanto, estudos devem ser efetuados para que o lodo da ETA não prejudique o funcionamento da Estação de Tratamento de Esgoto.

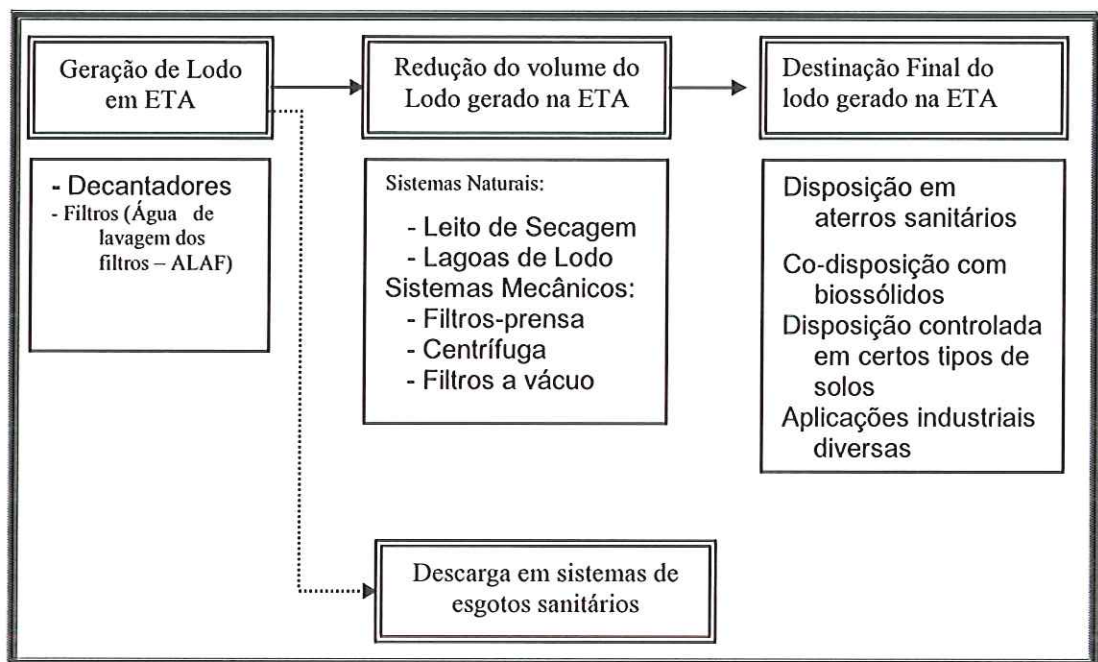


Figura 13 - Tecnologias de Redução de Volume e Destinação Final de lodos gerados na Estação de Tratamento de Água.

Nos quadros 4 e 5 estão descritos os impactos e as medidas atenuantes, respectivamente, do sistema de abastecimento de água. Salienta-se que estas informações foram produzidas por uma equipe de consultores contratados e técnicos do Banco do Nordeste com o intuito de disponibilizar um instrumento informativo sobre os aspectos ambientais de atividades produtivas.



Quadro 4 – Impactos ambientais do Sistema de Abastecimento de Água

Etapa	Impacto ambiental
Captação	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Modificação dos cursos d'água</li> <li>✓ Alteração do balanço hídrico</li> <li>✓ Remoção da vegetação</li> <li>✓ Erosão das margens e assoreamento</li> <li>✓ Alteração da fauna e da flora aquática e terrestre</li> <li>✓ Rebaixamento do lençol freático</li> </ul>
Adução/Reservação	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Riscos de acidentes por falha no sistema de bombeamento, adução ou reservação.</li> </ul>
Distribuição	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Riscos de danos á saúde pública por consumo de água contaminada, por falha no sistema de tratamento e/ou vazamento/infiltração na rede.</li> </ul>
Tratamento	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Desperdício de água por falhas no sistema de distribuição</li> <li>✓ Contaminação do solo e de águas superficiais e subterrâneas, pela disposição inadequada do lodo e águas residuárias do sistema de tratamento (limpeza de filtros e decantadores)</li> <li>✓ Geração de ruídos na operação do sistema de captação e tratamento</li> <li>✓ Riscos de acidentes ambientais e de trabalho provocados por vazamentos de produtos químicos, em especial o cloro</li> </ul>

Fonte: BANCO DO NORDESTE (1999)

Quadro 5 – Medidas Atenuantes do sistema de Abastecimento de Água

<b>Etapa</b>	<b>Medidas Atenuantes</b>
Captação	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Implantar programas de proteção ambiental dos mananciais, mediante a recuperação e manutenção das matas ciliares, conservação dos solos e do planejamento territorial dos cursos d'água.</li> <li>✓ Implantar sistema de medição e controle da qualidade e quantidade da água, permitindo a vigilância da contaminação.</li> <li>✓ Análise e avaliação do uso atual das águas superficiais em toda a área dos mananciais de tal forma a adotar medidas preventivas e corretivas, legais e operacionais</li> </ul>
Adução/ Reservação	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Implantação de sistema de alerta e comunicação entre as unidades visando acidentes por falha no sistema de bombeamento, adução ou reservação</li> </ul>
Distribuição	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Realizar controle sanitário em pontos estratégicos e críticos</li> <li>✓ Implantar programas de prevenção do desperdício</li> </ul>
Tratamento	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Implantar tecnologia adequada para reutilização das águas de lavagem (residuárias)</li> <li>✓ Implantar sistema de disposição adequada do lodo do sistema de tratamento</li> </ul>

Fonte: BANCO DO NORDESTE (1999)

## 5.9 – DOS DISPOSITIVOS LEGAIS DE GESTÃO AMBIENTAL

Como visto no Capítulo 4, a NBR ISO 14001 e a EMAS são normas de sistema de gestão aplicáveis a todos os ramos de atividades e a diversos países e culturas, sendo assim, não podem definir limites de desempenho porque haveriam de estabelecer limites para uma infinidade de situações.

Posto isso, o limite requerido é o compromisso do atendimento a legislação ou outros regulamentos aplicáveis, adicionalmente a análise da significância dos impactos ambientais.

A partir disso, será feita uma discussão a respeito dos impactos ambientais de maior significância nas etapas do sistema de tratamento de água, procurando em cada etapa identificar os instrumentos de gestão ambiental e os dispositivos legais aplicáveis.

### **5.9.1 – Considerações Iniciais**

Conforme estudo realizado no item 4.2.5, o Estudo de Impacto Ambiental é um importante mecanismo de prevenção, sendo que sua efetividade será tanto maior quanto forem levados em consideração os aspectos ambientais que contemplem as dimensões Espacial e Temporal e a participação da sociedade por intermédio de audiências públicas, regulamentadas pela Resolução CONAMA 009/87, e em conselhos de meio ambiente municipais (CONDEMA), estaduais (CONSEMA) e nacional (CONAMA).

Segundo CETESB (1991), as alternativas localizacionais devem levar em consideração os seguintes aspectos ambientais:

- Clima;
- Topografia e declividade;
- Aspectos geológico-geotécnicos:
  - Susceptibilidade à erosão;
  - Capacidade suporte do solo;
- Recursos minerais;
- Disponibilidade de recursos hídricos:
  - Superficiais;
  - Subterrâneos;
- Uso e ocupação do solo;
- Condições de disposição de efluente líquido;
- Condição de dispersão de poluentes atmosféricos.



Conseqüentemente, o EIA que contemple os itens supracitados na análise dos impactos ambientais dos sistemas de tratamento de água e esgoto certamente fará com que se atinja a viabilidade ambiental do empreendimento.

## **5.9.2 – Captação**

Como a captação pode ser feita de duas maneiras: Captação Superficial e Captação Subterrânea, este item foi subdividido com o intuito de abordar o processo de forma mais pontual:

### **5.9.2.1 – Captação Superficial**

Neste processo ocorrem impactos ambientais principalmente em decorrência da formação da represa. Dependendo da vazão aduzida a represa pode ser de grande porte, e conseqüentemente, como na maioria dos casos, causar maiores impactos. Nesse sentido, é imprescindível que seja feito um estudo da localização do empreendimento levando-se em conta as suscetibilidades e aptidões do local para o empreendimento. Como etapa inicial deste estudo deve ser feito um diagnóstico ambiental das possíveis áreas que comportarão o empreendimento. Um fato importante a ser levado em consideração é a vazão do corpo d'água, principalmente a vazão mínima -  $Q_{7,10}$ , que deverá ser respeitada dentro do horizonte do projeto, a jusante da barragem de contenção para a realização da captação.

Segundo RANIERI (2000), o risco de assoreamento está diretamente associado à suscetibilidade dos solos à erosão e ao tipo de uso que lhes é dado, principalmente nas faixas marginais de preservação permanente. A retirada da vegetação nativa situada às margens de cursos d'água em solos com elevada suscetibilidade à erosão e posterior utilização destas áreas para atividades diversas tende a agravar o processo de degradação. Isto porque a vegetação ciliar representa uma barreira física ao escoamento superficial da água de enxurrada que carrega as desprendidas do solo.

Neste sentido, o referido autor ensina que a determinação dos trechos dos corpos d'água altamente sujeitos ao processo de degradação possibilita, portanto, que se identifiquem os locais prioritários para o desenvolvimento de

ações no sentido de promover a recuperação da vegetação ciliar e, conseqüentemente, minimizar o impacto sobre os recursos hídricos.

O Código Florestal (Lei nº 4.771, de 15.09.1965, alterada pela Lei nº 7.803/89 e pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 24/8/2001) determina a proteção de florestas nativas e define como áreas de preservação permanente (APP), local onde a conservação da vegetação é obrigatória, a faixa de 30 a 500 metros nas margens dos rios (dependendo da largura do curso d'água), de lagos e de reservatórios, além dos topos de morro, encostas com declividade superior a 45° e locais acima de 1800 metros de altitude. A Resolução CONAMA nº 004/85 define que a largura mínima ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios d'água naturais ou artificiais será de 30 (trinta) metros para os que estejam situados em áreas urbanas.

Para que o tratamento de água o possa fazer uso de água subterrânea, ou de rios, córregos, lagos, deverá solicitar a competente outorga do Poder Público (art. 5º, III da Política Nacional dos Recursos Hídricos). No Estado de São Paulo, caso o corpo d'água seja estadual, a outorga é concedida pelo Departamento de Águas e de Energia Elétrica – (DAEE). Tratando-se de corpo d'água federal, a outorga será concedida pela Agência Nacional de Águas (ANA).

#### **5.9.2.2 – Captação Subterrânea**

A captação subterrânea, quando feita de forma não planejada, pode provocar o rebaixamento do lençol freático e conseqüentemente causar impactos ambientais. Neste sentido, é importante que se faça o estudo da capacidade suporte do aquífero e da localização ambiental dos locais de perfuração dos poços.

Como visto no item acima, a captação subterrânea é passível de outorga que deverá ser concedida pelos departamentos supracitados.

#### **5.9.3 – Adução**

Dois importantes aspectos a serem abordados na etapa de adução são: energia elétrica e o traçado da adutora. Numa primeira análise, o traçado da



adutora pode ser considerado de uma forma singular como uma linha reta entre o ponto de captação e o local de tratamento. Contudo, há de se observar a dimensão espacial na proposta do traçado. Em outras palavras, na escolha do traçado deve-se observar se existem áreas sensíveis, tais como área de preservação permanente, reserva legal, dentre outros, que devem ser preservadas. A observância de tais áreas irá minimizar o impacto causado pelo traçado da adutora.

No tocante ao consumo de energia elétrica deve ser estabelecido um plano de metas visando a diminuição do consumo (Kwh/m<sup>3</sup>). Esta redução pode ser obtida pelo desligamento de algumas bombas ou o não acionamento destas no horário de pico, desde que não interfira na qualidade do tratamento. Salienta-se que não é escopo deste trabalho dar soluções precisas para a diminuição do consumo, todavia, atentar para a busca do consumo sustentável e conseqüente utilização racional dos recursos naturais, contribuindo assim para a preservação do meio ambiente.

#### **5.9.4 - Tratamento**

O primeiro aspecto a ser abordado no tratamento de água é a qualidade dos produtos químicos que são utilizados. Nota-se que quanto maior for o grau de impureza dos produtos químicos, maior será a quantidade de toxicidade do lodo gerado. Com relação ao coagulante a ser utilizado, é sabido que os despejos contendo sais de alumínio são mais prejudiciais ao meio ambiente em relação aos despejos contendo sais de ferro.

A água tratada deve estar de acordo com os padrões de potabilidade estabelecidos pela Portaria nº 518 do Ministério da Saúde.

O tratamento e a correta disposição do lodo gerado no processo de tratamento é condição indispensável da adequação ambiental de uma estação de tratamento de água. É inconcebível a idéia da disposição indiscriminada do lodo das ETAs em corpos d'água, seja a disposição pontual (entenda-se de meses em meses) ou contínua (ao longo do dia).

A Lei de Crimes Ambientais (Lei 9.605/98) prevê que a pessoa física ou jurídica que der causa a uma conduta ou atividade lesiva ao meio ambiente



estará sujeita à responsabilização na esfera criminal, consistente na aplicação de penas de multa, privativas de liberdade ou restritivas de direito. No tocante às emissões poluentes, as penas criminais previstas pela lei estabelecem uma graduação para as emissões fora dos padrões, e outra graduação mais elevada para a hipótese de ocorrer dano ambiental efetivo. Neste contexto, é cada vez mais freqüente a instauração de inquéritos policiais, por iniciativa de Promotores ou das próprias autoridades policiais, tendo por ponto de partida a constatação de que determinado estabelecimento está operando em desacordo com os padrões de emissão.

Posto isso, relembra-se que o Promotor de Justiça pode promover a denúncia criminal do ato havido como crime contra o meio ambiente, não apenas contra as pessoas físicas autoras, co-autoras ou partícipes, sócios, quotistas, diretores, administradores, membros do conselho, empregados e prepostos em geral, ou mandatários da empresa, mas também contra a pessoa jurídica beneficiada por esse mesmo ato.

Ocorrem situações em que a quantidade e toxicidade do lodo gerado podem ser insipientes em relação ao corpo receptor. Contudo, tendo em vista o desrespeito ao meio ambiente, essa situação não pode prosperar. É notório o bem estar social propiciado pelo tratamento de água, porém essa característica não pode ser utilizada como desculpas para que se negligencie quanto ao tratamento e disposição do lodo gerado pelo tratamento.

Os produtos químicos utilizados na desinfecção, principalmente o cloro, são altamente corrosivos e prejudiciais a saúde. Sendo assim, é necessário que seja feita uma análise de risco em relação ao armazenamento e utilização destes produtos. Ademais, alerta-se para a necessidade da existência de programas de evacuação e equipamentos de proteção em caso de acidentes.

Finalmente, há que se verificar, a possibilidade da reutilização da água utilizada no processo, principalmente água de lavagem dos filtros.

#### **5.9.5 – Rede de distribuição**

Como visto no capítulo 3 deste trabalho, o consumo sustentável e o reúso da água visam à utilização dos recursos naturais de forma racional, almejando assim a sustentabilidade ambiental.

Neste contexto, a ocorrência de perdas no sistema de distribuição, que é sinônimo de desperdício deste bem natural de suma importância na sobrevivência do ser humano, é um indicador de ineficiência e desconformidade. Salienta-se que em função da complexidade, grandiosidade e de outros fatores externos, o sistema de distribuição dificilmente não apresentará perdas, entretanto, compete à companhia operadora do sistema de distribuição mostrar aos detentores de interesses da organização a existência destas e criar metas de diminuição do desperdício causado pelas perdas.

Um importante papel desenvolvido pelas prestadoras de serviço de saneamento básico é a de fornecer água potável às regiões urbanas em desenvolvimento e conseqüentemente induzir o crescimento destas. Assim sendo, é necessário que se faça uma análise ambiental da indução de crescimento gerada pela distribuição de água tratada, visando a proteção de regiões de relevante interesse natural, como nascentes de rios, estações ecológicas, reservas biológicas, etc.

A prestadora de serviço de saneamento deve preocupar-se com o consumo sustentável, tanto no processo produtivo de água tratada, quanto no tocante à promoção de campanhas de racionalização do uso da água, que devem ser dirigidas à população.

# 6

## SERVIÇO DE ESGOTO

### 6.1 – INTRODUÇÃO

Entende-se por sistema de esgotos sanitários o conjunto de canalizações, instalações e equipamentos destinados à coleta, transporte, condicionamento e destino final conveniente dos esgotos sanitários.

Esgotos sanitários são as águas residuárias domésticas e despejos industriais, e certa parcela de água do subsolo e de chuva. Estas são admitidas compulsoriamente pela rede através de diversos mecanismos conhecidos, como por exemplo, infiltração pelas juntas defeituosas, entrada pelas bordas dos tampões de poços de visita, etc. (CAMPOS, 1994). Esse tipo de contribuição é de difícil determinação, sendo os valores admitidos criteriosamente.

Da água distribuída pelo sistema de abastecimento público e efetivamente utilizada nas atividades humanas, 80%, em média, é transformada em esgoto, o qual deve ser coletado e tratado antes de ser lançado no solo ou em corpos d'água.

### 6.2 – TRATAMENTO

De acordo com METCALF & EDDY (1995), o tratamento de esgoto sanitário pode ser dividido em dois grandes grupos:

1. Tratamento Físico-Químico:
  - a. Gradeamento
  - b. Sedimentação
  - c. Flotação
  - d. Transferência de gás



- e. Precipitação química
  - f. Adsorção
  - g. Desinfecção
  - h. Redução de odores
2. Tratamento Biológico:
- a. Aeróbio
    - i. Lodos ativados
    - ii. Lagoas aeradas
  - b. Anaeróbio
    - i. Lagoas anaeróbias
    - ii. Decanto-digestor (fossa séptica)
    - iii. Filtro anaeróbio
    - iv. Reator UASB

Cabe salientar que esta divisão é didático-ilustrativa, pois as formas de tratamento de esgotos sanitárias têm constantemente evoluído e os processos supra citados podem ser utilizados conjuntamente visando a maior eficiência do sistema. No Quadro 6, proposto por CAMPOS (1999), podem ser vistos os diversos tipos de tratamento e o processo predominante.

Quadro 6 – Alguns tipos de reatores ou sistemas usados para tratamento de esgotos.

<b>Tipo</b>	<b>Processo predominante</b>
Disposição no solo	Aeróbio e anaeróbio
Lagoas facultativas	Aeróbio e anaeróbio
Sistemas de lagoas tipo australiano	Aeróbio e anaeróbio
Lagoa aerada + lagoa de sedimentação	Aeróbio e anaeróbio
Lodos ativados convencionais	Aeróbio
Lodos ativados (aeração prolongada)	Aeróbio
Valas de oxidação	Aeróbio
Lodos ativados em reator do tipo batelada (batch)	Aeróbio
Poço profundo aerado (Deep Shaft)	Aeróbio

Quadro 6 – continuação

<b>Tipo</b>	<b>Processo predominante</b>
Filtro biológico aeróbio	Aeróbio
Reator aeróbio de leito fluidificado	Aeróbio
Filtro anaeróbio	Anaeróbio
Reator anaeróbio por batelada	Anaeróbio
Decanto-digestor	Anaeróbio
Decanto-digestor + filtro anaeróbio	Anaeróbio
Reator anaeróbio de manta de lodo	Anaeróbio
Reator anaeróbio compartimentado (com chicanas)	Anaeróbio
Reator anaeróbio de leito fluidificado/expandido	Anaeróbio
Combinações de processos anaeróbio-aeróbio e biológicos-físico-químico	Anaeróbio e aeróbio Anaeróbio + físico-químico Aeróbio + físico-químico

Fonte: CAMPOS (1999)

Como se pode notar, são muitas as opções de sistemas simples e adequados às condições brasileiras. No entanto, a adequação à realidade depende de condicionantes físicos, ambientais, epidemiológicos, sócio-culturais e econômicos, que são muito variados (CAMPOS, 1999).

Neste contexto, o Banco Mundial, com a finalidade de amenizar os impactos negativos do esgoto sanitário, sugere algumas alternativas (quadro 7):

**Quadro 7 – Sugestões do Banco Mundial de alternativas tecnológicas para amenizar os impactos negativos do esgoto sanitário**

<b>SISTEMAS DE COLETA</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Tratamento local, incluindo fossa séptica, filtros anaeróbio.</li> <li>✓ Rede de gravidade, pressão ou vácuo.</li> <li>✓ Rede de pouca profundidade.</li> <li>✓ Sistema simplificado de rede.</li> <li>✓ Sistema regional de coleta.</li> <li>✓ Sistema comunitário ou sub-regional.</li> </ul>
<b>OBRAS DE TRATAMENTO</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Sistemas locais comunitários, incluindo fossas coletivas e filtros anaeróbios</li> <li>✓ Valos de oxidação.</li> <li>✓ Tanques de estabilização.</li> <li>✓ Lagoas aeradas.</li> <li>✓ Tratamento no solo.</li> <li>✓ Tratamento biológico convencional.</li> <li>✓ Tratamento físico-químico.</li> </ul>
<b>ELIMINAÇÃO/LANÇAMENTO</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Reutilização na agricultura, silvicultura, aqüicultura ou melhoramento da paisagem.</li> <li>✓ Reutilização em aplicações industriais.</li> <li>✓ Lançamento no mar.</li> <li>✓ <b>Descarga em águas superficiais, desde que atendidos os padrões de emissão e lançamento.</b></li> </ul>
<b>MANEJO DO LODO.</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Produção de adubo/composto.</li> <li>✓ Produção de composto combinado com lixo orgânico.</li> <li>✓ Reutilização na agricultura ou silvicultura.</li> <li>✓ Incineração.</li> <li>✓ Aterro sanitário.</li> <li>✓ Eliminação no mar.</li> </ul>

Fonte: BANCO DO NORDESTE (1999)

Segundo CAMPOS (1999), em decorrência das várias opções e dos inúmeros condicionantes, são muitas as variáveis (determinantes a serem consideradas na escolha de alternativas tecnológicas para tratamento dos esgotos sanitários). Devem ser analisadas, avaliadas e comparadas, no



mínimo: a eficiência na remoção de sólidos, matéria orgânica, microrganismos patogênicos e nutrientes eutrofizantes; a capacidade de observar as variações qualitativas e quantitativas do afluente; a capacidade do sistema de se restabelecer de perturbações funcionais e a estabilidade do efluente; os riscos de maus odores e de proliferação de insetos; a facilidade de modulação e expansão; a complexidade construtiva; as facilidades e dificuldades para manutenção e operação; o potencial produtivo e os benefícios econômicos diretos e indiretos, inclusive o destino final do dinheiro investido e seu retorno social; e os custos diretos na implantação, manutenção e operação.

Objetivando a sustentabilidade ambiental deve ser imprescindivelmente observado no processo decisório a variável ambiental, buscando a correta localização para o determinado tipo de empreendimento, ou seja, observar o binômio “tipologia-localização” (dimensão espacial). Caso não seja observado este aspecto, pode ocorrer um infortúnio como, por exemplo, a implantação de um sistema de tratamento por lagoas em uma área de várzea. A análise do crescimento populacional e a conseqüente expansão da Estação de Tratamento de Esgoto deve ser prevista ao longo do tempo (horizonte temporal). Paralelamente, a participação da sociedade deve ocorrer durante todo o processo decisório, notadamente durante as Audiências Públicas, nas quais as votações devem ser as mais democráticas possíveis, possibilitando assim que todos os segmentos da sociedade possam ser representados.

### **6.3 – LODO DE ETEs**

Todos os sistemas de tratamento biológico de águas residuárias geram lodos na forma de uma suspensão de flocos. Dependendo da natureza e origem dos sólidos, distingue-se lodo primário e lodo secundário. O lodo primário é gerado a partir da sedimentação de material particulado do afluente. O lodo secundário ou biológico é gerado no reator biológico do sistema de tratamento, constituindo-se em uma mistura de sólidos não-biodegradáveis do afluente e massa bacteriana que cresce no reator.

Os lodos gerados pelos processos físicos e biológicos das estações de tratamento de esgotos, segundo Campos (1999), apresentam algumas características indesejáveis que dificultam sua manipulação e processamento. Estas características indesejáveis são: odores desagradáveis, presença de microrganismos patogênicos, elementos tóxicos de origem orgânica ou mineral, dificuldade de desidratação.

Essas características são mais marcantes à medida que o lodo está mais “fresco”, ou seja, com características mais próximas ao material de origem. À medida que o processo de biodegradação avança, essas características indesejáveis são atenuadas, até o ponto em que elas são toleráveis e o lodo é considerado estabilizado.

Os processos de desidratação do lodo podem ser naturais ou artificiais. Dentre os processos naturais estão os *leitos de secagem*, que são unidades geralmente retangulares nas quais se processam a redução com a drenagem e a evaporação, as *lagoas de secagem* e a *disposição do lodo no solo*, no qual o solo serve como meio de recepção para o lodo. Os processos artificiais são: filtro prensa de placas, filtro prensa de esteiras, filtro a vácuo e centrífuga tipo decanter.

#### 6.4 – IMPACTOS AMBIENTAIS

Segundo BANCO DO NORDESTE (1999), na identificação dos impactos ambientais negativos dos sistemas de coleta e tratamento de esgoto sanitário, deve-se considerar:

- ✓ Em relação aos Recursos Hídricos:
  - Degradação da qualidade de águas superficiais receptoras (corpo receptor).
  - Contaminação das águas subterrâneas por lançamento de esgoto bruto ou tratado e/ou substâncias tóxicas.
  
- ✓ Em relação aos Solos:
  - Contaminação do solo por substâncias tóxicas e/ou agentes patogênicos.

- ✓ Em relação aos Recursos Biológicos:
  - Alteração do habitat da fauna e/ou flora aquáticas.
  - Contaminação direta de organismos aquáticos, da fauna e da flora, por metais pesados.
  
- ✓ Em relação à Qualidade de Vida:
  - O processo de tratamento ou operações de lançamento produzem odores e/ou ruídos agressivos.
  - Alterações das condições de vida dos residentes próximos ao local de implantação, durante a execução das obras.
  - Riscos à saúde para os trabalhadores rurais nas zonas de lançamento e/ou reutilização de efluentes e/ou lodo tratado.
  - Riscos à saúde para os consumidores de produtos submetidos à irrigação com efluentes tratados e/ou utilização de lodo tratado.
  - Riscos de contaminação ambiental devido a deficiências operacionais no sistema.

Segundo CHAMBERS (1997), o efluente de Estações de Tratamento de esgotos sanitários, quando não atendidos os padrões de qualidade e de emissão, tem o potencial de afetar a utilização dos recursos hídricos e o funcionamento do ecossistema aquático. Estes impactos incluem:

- ✓ Degradação da biota aquática (incluindo a qualidade da água e dos sedimentos);
- ✓ Eutrofização ou crescimento indesejado de algas;
- ✓ Incidentes relacionados às doenças de veiculação hídrica;
- ✓ Restrições ao consumo de peixes e frutos do mar;
- ✓ Fechamento de praias;
- ✓ Degradação estética.

No quadro 8 podem ser vistos os potenciais danos a diversos usos da água causados pelo lançamento direto de águas residuárias nos corpos receptores:



Quadro 8 – Potenciais danos causados às águas receptoras pelo lançamento de águas residuárias sem tratamento adequado

Uso da água	Danos causados às águas receptoras, pelos lançamentos de águas residuárias
<i>Abastecimento público</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Deterioração das qualidades físicas, químicas e biológicas das águas receptoras</li> <li>✓ Variações bruscas na qualidade das águas receptoras;</li> <li>✓ Riscos para a saúde dos usuários;</li> </ul>
<i>Abastecimento industrial</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Limitações de uso das águas usadas para refrigeração, aquecimento e fluxo industrial;</li> <li>✓ Aumento de custos de tratamento ou conservação dos respectivos equipamentos.</li> </ul>
<i>Agricultura e pecuária</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Possibilidades de presença de agentes causadores de doenças ou morte ao homem e aos animais ou de substâncias químicas ou oleosas indesejáveis à irrigação e às áreas de cultivo;</li> <li>✓ Aumento de despesas na proteção dos rebanhos e depreciação das propriedades pela degradação das águas</li> </ul>
<i>Piscicultura</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Contaminação de peixes ou morte de espécies desejáveis por outras mais resistentes;</li> <li>✓ Desaparecimento de organismos aquáticos inferiores indispensáveis à subsistência dos peixes;</li> <li>✓ Deposição de lodos em locais usados para a desova natural.</li> <li>✓ Desvalorização de parques aquáticos.</li> </ul>
<i>Recreação</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Contaminação por microrganismos (helmintos, vírus, bactérias, protozoários e outros).</li> <li>✓ Contaminação por agentes químicos, tóxicos ou agressivos às embarcações.</li> <li>✓ Inconveniências estéticas ou sensitivas: espumas, odores, camadas oleosas, corpos flutuantes, matérias em suspensão ou depositadas.</li> </ul>
<i>Navegação</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Aparecimento de bancos de lodos.</li> <li>✓ Aumento da agressividade das águas às estruturas de navegação: fixas ou flutuantes.</li> <li>✓ Aumento de custos de conservação dos canais e estruturas.</li> </ul>
<i>Aproveitamento hidrenergético</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Aumento dos custos de conservação dos equipamentos por alteração da qualidade da água e conseqüente ataque de produtos químicos agressivos ou corrosivos.</li> </ul>

Fonte: SILVA, D. D e PRUSKI, F.F (2000) Gestão de Recursos Hídricos



Os Impactos ambientais decorrentes do sistema de esgotos sanitários podem ser positivos (benéficos) ou negativos (adversos). Dentre os positivos pode-se citar:

- ✓ geração de empregos;
- ✓ decréscimo no índice de mortalidade infantil;
- ✓ decréscimo no índice de morbidade;
- ✓ melhoria na qualidade da vida urbana;
- ✓ incremento da infraestrutura e serviços;
- ✓ diminuição da carga poluidora lançada nos rios.

Dentre os impactos negativos pode-se citar:

- ✓ desvalorização imobiliária nas proximidades da ETE;
- ✓ proliferação de odores;
- ✓ aumento das tarifas dos serviços de saneamento decorrente dos custos de operação;
- ✓ proliferação de insetos;
- ✓ formação de aerossóis;
- ✓ problemas com ruídos.

Nos quadros 9 e 10 estão descritos os impactos e as medidas atenuantes, respectivamente, do sistema de esgotamento sanitário.

Quadro 9 –Impactos ambientais do Sistema de Esgotamento Sanitário

Etapa	Impacto Ambiental Potencial
COLETA	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Modificação do equilíbrio hidrológico da bacia hidrográfica pela coleta de grandes áreas</li> <li>✓ Alterações nos habitat da flora e fauna aquática durante a construção do sistema</li> <li>✓ Modificação temporária das condições de vida da população durante a execução das obras</li> <li>✓ Riscos de acidentes devido à acumulação de gases na rede coletora</li> </ul>
TRATAMENTO/ELIMINAÇÃO DO LODO	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Produção de odores e ruído do processo de tratamento e de operação do sistema de eliminação de lodo.</li> <li>✓ Comprometimento do solo, culturas agrícolas ou águas subterrâneas e/ou proliferação de vetores transmissores de doenças pelo manejo e eliminação de lodo</li> <li>✓ Riscos de contaminação e comprometimento da saúde pública, devido ao vazamento (transbordamento) e a acumulação de esgoto bruto, ou ainda por falha no fornecimento de energia para o tratamento</li> <li>✓ Desmatamento de áreas para implantação das estações</li> </ul>

Fonte: BANCO DO NORDESTE (1999)



Quadro 10 – Medidas Atenuantes do Sistema de Esgotamento Sanitário

Etapa	Medidas Atenuantes
COLETA	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Avaliar, durante o planejamento, a utilização de tecnologias de menor impacto, como por exemplo, sistemas regionais e comunitários de pequeno porte</li> <li>✓ Estabelecer medidas de segurança e capacitação da equipe responsável pela manutenção da rede coletora</li> <li>✓ Estabelecer programa de monitoramento e manutenção sistemática do sistema de coleta, bombeamento e tratamento, com a limpeza periódica da rede.</li> <li>✓ Conscientizar a comunidade sobre os riscos de dispor resíduos sólidos na rede coletora</li> </ul>
TRATAMENTO/ELIMINAÇÃO DO LODO	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Planejar adequadamente a localização, processo de tratamento e lançamento dos efluentes, de forma a não comprometer a qualidade do corpo hídrico receptor</li> <li>✓ Implantar sistema de monitoramento e acompanhamento das obras, em especial de erosão e sedimentação dos cursos de água durante as obras.</li> <li>✓ Implementar programas especiais que envolvam a comunidade no conhecimento dos impactos e medidas atenuantes durante a execução das obras</li> <li>✓ Adotar medidas que minimizem as interferências no fluxo de veículos, circulação de pedestres, geração de ruídos e de material particulado, durante a execução das obras.</li> <li>✓ Planejar a localização das unidades compatíveis com o uso do solo regional, com tecnologia adequada e com sistema de eliminação e controle de odores</li> <li>✓ Realizar o planejamento que assegure o uso de tecnologia para manejo, tratamento e destinação adequada do lodo, considerando também a possibilidade de aplicação no solo e em cultivos agrícolas.</li> <li>✓ Implantar sistema de alerta por falhas no sistema de bombeamento e/ou tratamento.</li> </ul>

Fonte: BANCO DO NORDESTE (1999)

## 6.5 – DOS DISPOSITIVOS LEGAIS DE GESTÃO AMBIENTAL

Seguindo a sistemática adotada no capítulo 5, será realizada uma discussão a respeito dos impactos ambientais de maior significância nas etapas do sistema de tratamento de esgoto, procurando em cada etapa identificar os instrumentos de gestão ambiental e os dispositivos legais aplicáveis.

A coleta e o tratamento de todo o esgoto sanitário são indispensáveis para a adequação ambiental do sistema de tratamento de esgoto. Com relação à coleta, é imprescindível que a mesma atinja 100% da população. Além disso, é necessário que seja feita a análise de risco do sistema de coleta, pois pode ocorrer formação de gases na rede coletora. Ademais, a ruptura ou qualquer outro problema pode vir a provocar danos ao meio ambiente.

Com relação a tratamento do esgoto, preliminarmente, faz-se necessário analisar a viabilidade ambiental da estação de tratamento do esgoto. Para alcançar este objetivo, devido às características deste empreendimento, é importante que se faça um Estudo de Impacto Ambiental, haja vista que o Relatório Ambiental Preliminar não leva em consideração alternativas de localização do projeto. Outrossim, baseia-se fundamentalmente na viabilidade técnico-financeira do empreendimento.

Após a implementação do sistema de tratamento de esgoto, faz-se necessário analisar a eficiência de remoção de DBO<sub>5</sub>, de Sólidos Suspensos Totais e de Coliformes Fecais, pois estes são importantes indicadores da eficiência global do sistema. Conseqüentemente, há que observar se os padrões do efluente estão em conformidade com os padrões admissíveis para um corpo d'água classe 2, pois os efluentes não poderão conferir ao corpo receptor características em desacordo com este enquadramento, garantindo-se assim, a sustentabilidade do corpo d'água.

Tendo em vista a legislação do Estado de São Paulo, o art. 18 do Decreto Estadual nº 8.468/76 prevê que: "os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados, direta ou indiretamente, nas coleções de água, desde que obedeçam às seguintes condições:

....

V - DBO 5 dias, 20°C no máximo de 60 mg/l (sessenta miligramas por litro). Este limite somente poderá ser ultrapassado no caso de efluente de sistema de tratamento de águas residuárias que reduza a carga poluidora em termos de DBO 5 dias, 20°C do despejo em no mínimo 80% (oitenta por cento)".

Como visto no Capítulo 3, os Padrões de Qualidade são limites e condições que devem ser respeitados, para se manter determinada qualidade no corpo de água.

Sendo assim, efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados, direta ou indiretamente, nos corpos d'água desde que o lançamento não impinja características físico-químicas e biológicas danosas ao corpo d'água, a ponto mudar de forma negativa o enquadramento deste.

A verificação da diluição de efluentes apresentada por corpos d'água é feita considerando-se a concentração no local do lançamento, determinada por meio de um simples balanço de massa considerando a mistura do efluente com a água do rio, obtidos por meio das equações (1) e (2).

$$L_0 = \frac{L_{Efluente} \times Q_{Efluente} + L_{rio} \times Q_{rio}}{Q_{Efluente} + Q_{rio}} \quad (1)$$

$$C_0 = \frac{C_{Efluente} \times Q_{Efluente} + C_{rio} \times Q_{rio}}{Q_{Efluente} + Q_{rio}} \quad (2)$$

Em que:

$L_0$  : DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) da mistura, após o lançamento do efluente, [mg/L];

$C_0$  : Concentração de OD (Oxigênio Dissolvido) da mistura, após o lançamento do efluente, [mg/L];

$L_{Efluente}, C_{Efluente}$  : DBO e concentração de OD do efluente lançado, [mg/L];

$Q_{Efluente}$  : Vazão do efluente lançado, [l/s];

$L_{rio}, C_{rio}$  : DBO e concentração de OD do corpo receptor antes do lançamento, [mg/L];



$Q_{rio}$  : Vazão do corpo d'água receptor antes do lançamento, [l/s].

Salienta-se que a concentração do Oxigênio Dissolvido apresenta com característica um decaimento em um ponto à jusante do lançamento do efluente e uma posterior recuperação.

Segundo CAMPOS (1994), a autodepuração é a capacidade de um corpo d'água de, após receber uma carga poluidora, através de processos naturais (físicos, químicos e biológicos), recuperar suas qualidades ecológicas e sanitárias. No entanto, este processo ocorre no transcurso do corpo d'água, ocasionado a diminuição contínua do Oxigênio Dissolvido até um valor mínimo, a jusante do lançamento, e posterior retomada ao nível anterior, caso não haja outras fontes poluentes (Figura 14).

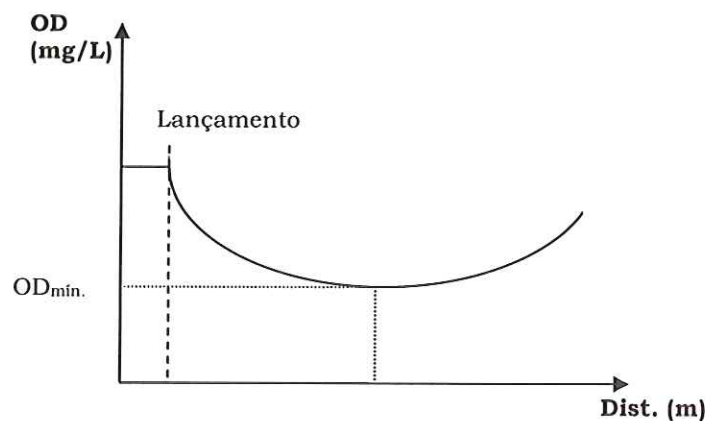


Figura 14 – Esquema da variação de Oxigênio Dissolvido em um corpo d'água após lançamento de carga poluidora.

# 7

## MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia que foi utilizada no presente trabalho consistiu nas seguintes etapas:

1. Revisão bibliográfica sobre o tema abordado, considerando, inclusive, a realidade de outros países, como os Estados Unidos e países europeus;
2. A partir da análise de informações e detalhamento da bibliografia levantada, foi realizada a definição dos fatores ambientais, instrumentos de gestão ambiental, dispositivos legais e etapas do processo que foram considerados na análise da adequação de um serviço de água e esgoto visando à sustentabilidade ambiental. O objetivo foi a confecção de uma matriz para a identificação dos impactos decorrentes dessas atividades;
3. A partir da identificação dos impactos definiu-se quais instrumentos de gestão ambiental e dispositivos legais que deram subsídios à verificação da adequação ambiental de um serviço de água e esgoto;
4. Compilação das informações e preparação para o trabalho de campo;
5. Levantamento de dados do DAAE de Araraquara: o estudo de caso considerou a realidade do interior do estado de São Paulo. Araraquara é um serviço autônomo e apresenta tratamento de água e esgoto e, claro, as respectivas redes.
6. Aplicação ao caso de Araraquara dos instrumentos e dispositivos legais pertinentes;
7. Análise final dos dados obtidos.
8. Apresentação dos resultados e elaboração de propostas.

## 7.1 – ELABORAÇÃO DAS MATRIZES DE IMPACTOS

No decorrer do levantamento e análise bibliográfica foram observados em muitos casos uma grande quantidade de informações impertinentes e que em nada ajudaram no verdadeiro propósito do EIA ou do RAP, neste sentido concordam SANCHEZ e DIAS (2001) e GLASSON e SALVADOR (2000). Informações adicionais a respeito da cultura, economia, história, dentre outros são inseridas nestes estudos, fazendo-os volumosos, entretanto, o cerne da questão, ou seja, os impactos ambientais de determinado projeto são tratados de maneira superficial. Assim, atentou-se para a necessidade de encontrar um método que pudesse claramente identificar a ocorrência de um determinado impacto.

Segundo CANTER (1996), há mais de 50 métodos para realizar as exigências da Política Ambiental Americana (NEPA) quanto aos Estudos de Impactos Ambientais, visando coletar, analisar, avaliar e apresentar as informações sobre um dado projeto. TOMMASI (1994) apresenta alguns destes métodos, tais como:

- Método “ad hoc”;
- Listagem de Controle;
- Rede de Interações;
- Superposição de Cartas;
- Modelos;
- Matrizes de Interação.

O método das Matrizes de Interação é o mais utilizado nos Estudos de Impactos Ambientais (CANTER, 1996). Dentre os métodos de Matrizes de Interação existentes, foi escolhido o *Matriz de Impactos* para a identificação e análise dos impactos ambientais dos serviços de água e esgoto.

OMETTO (2000) e TOMMASI (1994) concordam que o método da *Matriz de Impactos* é adequado para identificação e análise dos impactos diretos e relevantes de um empreendimento em suas diversas fases: desde o projeto, posterior instalação e produção, até sua desativação. Este método inter relaciona as atividades do projeto com os fatores ambientais analisados, sendo disposto em linhas e colunas. Nas linhas podem ser representados os elementos ambientais a serem analisadas da atividade e nas colunas as etapas



do projeto. As quadrículas identificadas, definidas pela interseção das linhas e colunas da matriz, representam os impactos de cada ação sobre cada fator ambiental, podendo ser negativo (adverso), sinalizado com sinal de negativo(-), ou positivo (benéfico), sinalizado com sinal de positivo (+), para cada fator analisado.

Segundo a Deliberação CECA no. 1078 de 25/junho/1978 (RJ), apud TOMMASI (1994), os tipos de impactos ambientais podem ser:

- *Impacto positivo ou benéfico* - quando a ação resulta na melhoria da qualidade de um fator ou parâmetro ambiental (por exemplo: deslocamento de uma população residente em palafitas para uma nova área adequadamente localizada e urbanizada);
- *Impacto negativo ou adverso* - quando a ação resulta em um dano à qualidade de um fator ou parâmetro ambiental (por exemplo: lançamento de esgotos não tratados num lago).

Seguindo esta metodologia e fundamentado pelas análises feitas nos capítulos 5 e 6 relativas aos impactos ambientais propõe-se a Matriz de Impactos Ambientais decorrentes das Etapas da Produção de Água Tratada (tabela 5) e a Matriz de Impactos Ambientais decorrentes das Etapas do Tratamento de Esgoto (tabela 6). Essas matrizes poderão ser utilizadas para avaliar os impactos ambientais de um novo empreendimento ou de um empreendimento em funcionamento e objetivam dar suporte à decisão, observando assim, a inserção da variável ambiental no processo decisório.

### **7.1.1 – Serviço de Água**

Nas colunas da Matriz de Impactos Ambientais decorrentes das Etapas da Produção de Água Tratada estão dispostas as fases do empreendimento, Projeto/Implantação, Operação e Desativação, que estão divididas em etapas: Captação, Tratamento, Distribuição e Disposição final do lodo. A etapa de captação está dividida em: A – Superficial e B – Subterrânea. Enquanto que a etapa da disposição final do lodo está dividida em: X - Lançamento *in natura* em corpos d'água, Y - Aterro Sanitário, W - Incineração; Z - Lançamento controlado no solo.

Nas linhas estão elencados os fatores ambientais: propriedades físicas, propriedades químicas, inundação, erosão/assoreamento, poeira, gases, ruído, balanço hídrico, esgotamento lençol freático, coliformes fecais, DBO, OD, metais pesados, concentração de sólidos, remoção/ alteração, que estão agrupados em compostos ambientais, quais sejam: Solo, Ar, Água, Flora e Fauna.

No corpo da matriz existem algumas mensagens: “A correta escolha da tecnologia a ser empregada propicia menores impactos ambientais”, “A distribuição pode induzir o desenvolvimento de determinadas áreas mais suscetíveis a impactos ambientais ” e “Desperdício de água por falhas no sistema de distribuição”, que servem de alerta para a tomada de decisão em relação a algumas etapas do empreendimento.

Na tabela 5 é apresentada a Matriz de Impactos Ambientais decorrentes das Etapas da Produção de Água Tratada.

**Tabela 5 – Matriz dos Impactos Ambientais decorrentes das Etapas da Produção de Água Tratada**

Componentes	Fase	Projeto/Implantaçã o		Operação				Desati -vação								
	Etapas	Captação		Tratamento	Distribuição	Adução/ Reservação Tratamento	Distribuição		Disposição Final do Lodo da ETA							
		Fatores Ambientais	A						B	X	Y	W	Z			
Solo	Propriedades Físicas			A correta escolha da tecnologia a ser empregada propicia menores impactos ambientais.												
	Propriedades Químicas															
	Inundação															
Ar	Erosão/ Assoreament o				A distribuição pode induzir o desenvolvimento de determinadas áreas mais suscetíveis a impactos ambientais											
	Poeira															
	Gases															
Água	Ruído					Desperdício de Água por falhas no sistema de distribuição										
	Balanco Hídrico															
	Esgotamento lençol freático															
	Coliformes Fecais															
	DBO															
	OD															
	Metais Pesados															
	Concentração de Sólidos															
Flora	Remoção/ Alteração															
Fauna	Remoção/ Alteração															
	Observações:	A : Superficial; B : Subterrânea ;R : Risco de acidentes ambientais e de trabalho provocados por vazamento de produtos químicos, especialmente o cloro; X : Lançamento <i>in natura</i> em corpos d'água ; Y :Aterro Sanitário; W : Uso agrícola; Z : Reúso Industrial.														





### 7.1.2 – Serviço de Esgoto

Analogamente à matriz da tabela 5, a Matriz dos Impactos Ambientais decorrentes das Etapas do Tratamento de Esgoto nas linhas os mesmos fatores ambientais. Nas colunas estão elencadas as fases do empreendimento (Projeto/Implantação, Operação e Desativação) que estão divididas em etapas: coleta, tratamento e disposição final do lodo.

Tendo em vista a lamentável situação do percentual de tratamento de esgoto no Brasil, tornou-se necessário a inserção de uma coluna identificada como “Não Tratamento” que tem como objetivo alertar os impactos ambientais decorrentes do não tratamento, e conseqüentemente lançamento *in natura* dos esgotos em corpos d’água.

Observa-se que o tratamento de esgoto que não observe os padrões de emissão e qualidade do corpo d’água devem ser considerados como não tratamento.

Na tabela 6 é apresentada a Matriz de Impactos Ambientais decorrentes das Etapas do Tratamento de Esgoto.





Por fim, salienta-se que as Matrizes de Impactos propostas neste trabalho são matrizes genéricas, ou seja, não são exaustivas e cada caso concreto deve ser analisado de acordo com suas particularidades. Entretanto, fica evidente a necessidade da utilização da mesma no processo decisório, visando minimizar os danos ao meio ambiente.

No estudo das alternativas de um novo projeto ou de modificações em um pré-existente, a Matriz de Impactos deve ser utilizada juntamente com a análise financeiro-econômica para que se chegue à melhor das alternativas, depois de ouvida a comunidade atingida pelo projeto.

Com relação ao sistema de tratamento de esgoto, CAMPOS (1999) ensina que não há um sistema de tratamento de esgotos que possa ser indicado como melhor para quaisquer condições, mas obtém-se a mais alta relação custos/benefício (respeitando-se o aspecto ambiental) quando se escolhe criteriosamente um sistema que se adapta às condições locais e aos objetivos em cada caso.

## **7.2 – IDENTIFICAÇÃO DOS DISPOSITIVOS LEGAIS DE GESTÃO AMBIENTAL**

Tendo como embasamento as matrizes de impactos ambientais decorrentes das etapas de tratamento de água e esgoto e as análises feitas nos itens 4.2.3, 5.9 e 6.5 deste trabalho, propõem-se as seguintes matrizes (Tabelas 7 e 8), relacionado as etapas do tratamento de água e esgoto com os Instrumentos de Gestão Ambiental e os dispositivos legais pertinentes. Onde as interseções assinaladas com a letra (X) indicam a aplicabilidade de um Instrumento de Gestão Ambiental ou Dispositivo Legal à determinada etapa do tratamento de água e esgoto, respectivamente.

No estudo de caso, utilizar-se-ão as siglas Conf. e Não-Conf. para indicar, respectivamente, conformidade ou Não-conformidade legal, sinalizando assim a adequação ou inadequação ambiental do sistema analisado.

### 7.2.1 – Serviço de Água

Com relação ao sistema de tratamento de água foram identificados os seguintes instrumentos de gestão ambiental e dispositivos legais: Estudo de Impacto Ambiental (Lei 6.938/81-PNMA, Res. CONAMA nº 001/86 e 237/97) Licenciamento Ambiental (Res. CONAMA 237/97), Outorga (art. 5º, III da lei 9.433/97 – PNRH), Código Florestal (Lei 4.771/65), Resolução. CONAMA 005/84, Lei dos Crimes Ambientais (Lei 9.605/98) e Portaria no 1.469/Ministério da Saúde.

O Licenciamento Ambiental deve ser observado em todas as fases e etapas do empreendimento. O mesmo ocorre para o Estudo de Impacto Ambiental, com exceção à captação subterrânea na qual o EIA não é obrigatório.

A Outorga do direito de uso da água é aplicável à captação superficial e subterrânea tanto nas fases de projeto/implantação quanto de operação.

O Código Florestal é aplicável à etapa de captação superficial caso haja supressão de vegetação para a construção da represa de captação, desrespeito à Área de Preservação Permanente ou qualquer outro ato que possa infringir o Código Florestal e que deverá ser analisado no caso concreto.

A Lei dos Crimes Ambientais é aplicável a todas as fases do sistema de tratamento de água, pois prevê sanções para eventuais ações danosas ao meio ambiente que possam gerar poluição.

A portaria 1.469/MS é aplicável à etapa do tratamento de água garantindo a potabilidade da água a ser distribuída à população.

**Tabela 7 – Relação entre as etapas do sistema de Tratamento de Água com os Instrumentos de Gestão Ambiental e os dispositivos legais pertinentes.**

SERVIÇO DE ÁGUA	Fase	Projeto/ Implantação			Operação			Desativação	
	Etapas	Captação		Tratamento	Captação		Tratamento		Disposição Final do Lodo
		A	B		A	B			
	Instrumentos/ Dispositivos. Legais								
	Estudo de Impacto Ambiental* (Lei 6.938/81-PNMA, Res. CONAMA nº 001/86 e 237/97)	X		X	X		X	X	
	Licenciamento Ambiental	X	X	X	X	X	X	X	
	Outorga (art. 5º, III da lei 9.433/97 – PNRH)	X	X		X	X			
	Código Florestal (Lei 4.771/65) e Res. CONAMA 005/84	X		X	X			X	
	Lei dos Crimes Ambientais (Lei 9.605/98)	X	X	X	X	X	X	X	
	Portaria nº 518/Ministério da Saúde					X			

A: Superficial; B: Subterrânea; \* EIA composto de alternativas localizacionais, contemplando as dimensões Espacial e Temporal, e a realização de Audiência Pública, conforme Res. CONAMA 009/87, contemplando a participação da sociedade.  
X: Indica que o Instrumento/Dispositivo Legal se aplica à etapa do Tratamento de Água.

### 7.2.2 – Serviço de Esgoto

Analogamente ao tratamento de água, propõe-se a seguinte Matriz (tabela 8), relacionado as etapas do tratamento de esgoto com os Instrumentos de Gestão Ambiental e os dispositivos legais pertinentes



**Tabela 8 – Relação entre as etapas do sistema de Tratamento de Esgoto com os Instrumentos de Gestão Ambiental e os dispositivos legais pertinentes.**

SERVIÇO DE ESGOTO	Fases	Projeto/Implantação		Operação			Desativação
	Etapas	Coleta	Tratamento	Tratamento	Não Tratamento	Disposição Final do Lodo	
	Estudo de Impacto Ambiental* (Lei 6.938/81-PNMA, Res. CONAMA nº 001/86 e 237/97)		X	X	X	X	X
	Licenciamento Ambiental	X	X	X	X	X	X
	Código Florestal (Lei 4.771/65) e Res. CONAMA 005/84	X	X	X		X	X
	Padrão de Emissão (art. 18 do Dec. Est. 8.468/76 e Art. 21 do RES. CONAMA 20/86)		X	X	X		
	Padrão de Qualidade (Resolução CONAMA 20/86)		X	X	X		
	Lei dos Crimes Ambientais (Lei 9.605/98)			X	X	X	X

\* EIA composto de alternativas localizacionais, contemplando as dimensões Espacial e Temporal, e a realização de Audiência Pública, conforme Res. CONAMA 009/87, contemplando a participação da sociedade.

X: Indica que o Instrumento/Dispositivo Legal se aplica à etapa do Tratamento de Esgoto

A matriz de relação entre as etapas do sistema de tratamento de esgoto com os instrumentos de gestão ambiental e os dispositivos legais pertinentes permite ao interessado na qualidade ambiental do sistema de tratamento de esgoto identificar quais instrumentos e dispositivos legais são aplicáveis nas diversas fases e etapas do tratamento de esgoto.

O estudo de impacto ambiental e o licenciamento ambiental são aplicáveis a todas as fases do empreendimento (dimensão temporal) e devem

levadas e consideração as alternativas localizacionais (dimensão espacial), bem como a participação da sociedade deve ser contemplada por meio de audiências públicas.

Os padrões de emissão (art. 18 do Dec. Est. 8.468/76 e Art. 21 do RES. CONAMA 20/86) e de qualidade (Resolução CONAMA 20/86) estabelecem limites que devem ser monitorados afim de que se preserve a qualidade ambiental do corpo d'água receptor. Estes padrões são aplicáveis nas fases de projeto/implantação e operação na etapa de tratamento esgoto.

Infelizmente, o "Não Tratamento" está identificado nesta matriz pela realidade Brasileira e está apontado como "aplicável" a todos os instrumentos de gestão ambiental e dispositivos legais com o intuito de fornecer ao interessado na qualidade ambiental do sistema de tratamento de esgoto subsídios legais para tomada de decisões visando a melhoria da qualidade ambiental deste sistema.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 8.1 - A CIDADE DE ARARAQUARA

A cidade de Araraquara está localizada no centro do Estado de São Paulo, tendo como coordenadas geográficas  $21^{\circ}47'37''$  (latitude sul) e  $48^{\circ}10'52''$  (longitude oeste), com uma altitude média de 646 metros em relação ao nível do mar. A área total do município é de 1.312 km<sup>2</sup> com 77,37 km<sup>2</sup> ocupados pela área urbana (fonte: <[www.araraquara.sp.gov.br](http://www.araraquara.sp.gov.br)>). Na figura 15 pode ser vista a localização geográfica do município de Araraquara.

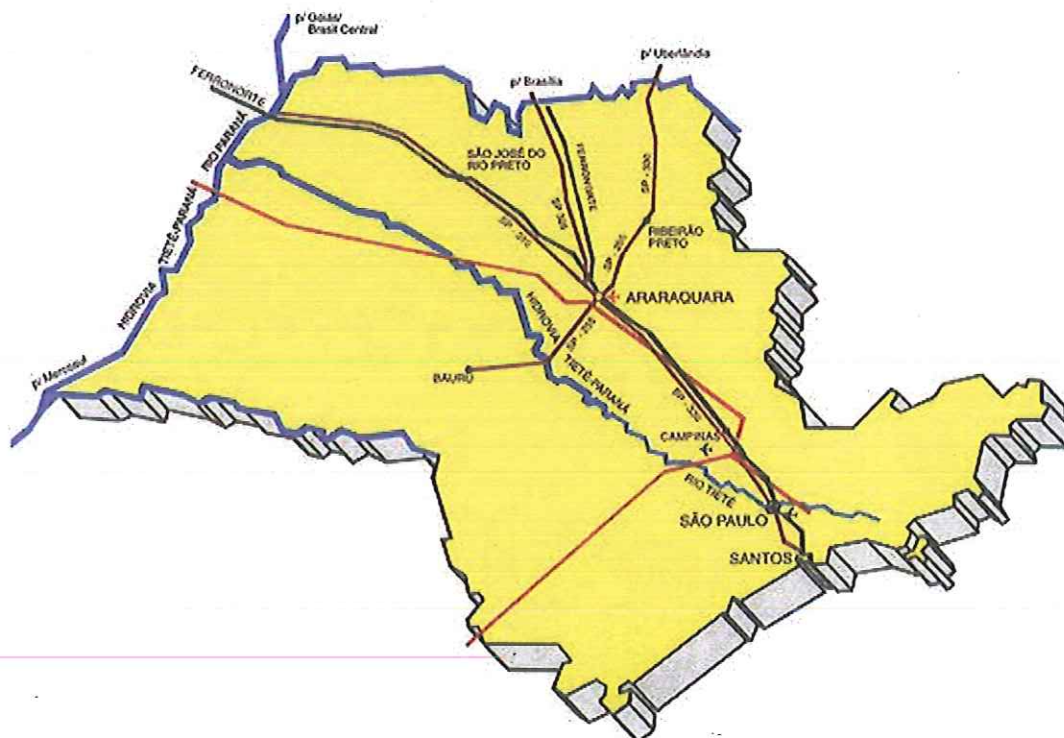


Figura 15 - Localização Geográfica do município de Araraquara  
Fonte: [www.araraquara.sp.gov.br](http://www.araraquara.sp.gov.br)





## 8.2 - O DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ÁGUAS E ESGOTOS – DAAE

O DAAE é uma autarquia Municipal criada pela Lei Nº 1.697, de 02 de junho de 1969.

É o órgão municipal responsável pelo abastecimento de água, coleta, afastamento e tratamento de esgotos sanitários. Atualmente o DAAE atende, além da cidade de Araraquara, o distrito de Bueno de Andrada.

O número de ligações atendidas pelo sistema de abastecimento de água é de 63.774 beneficiando uma população da ordem de 197.000 habitantes (100% da população urbana).

As ligações atendidas pelo sistema de coleta de esgotos atingem 62.626, o que representa 98,20% da população.

O Conselho Consultivo é composto pelos representantes das seguintes instituições: DAAE (Presidente), CETESB (Vice-Presidente), Prefeitura Municipal de Araraquara, Associação de Engenharia, Arquitetura e Agronomia de Araraquara, Associação Farmacêutica, Faculdade de Odontologia e de Ciências e Letras da Unesp de Araraquara, Instituto de Química da Unesp de Araraquara, Câmara Municipal de Araraquara, Associação Comercial e Industrial, SESA - Serviço Especial de Saúde, Ordem dos Advogados do Brasil - 5ª Sub-Secção, Faculdade de Engenharia Civil, UNIARA – Universidade de Araraquara, Sindicato do Comércio Varejista, Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Associação Paulista de Medicina.

Em entrevista com o Superintendente Wellington Cyro, resultou clara a não representatividade deste conselho em relação às questões ambientais, entretanto, existe a preocupação do superintendente com a alteração da composição do conselho no sentido de que representantes de organizações não governamentais atuantes na sociedade venham a fazer parte deste conselho.

### 8.2.1 - O Sistema de Abastecimento de Água Existente

O sistema de abastecimento de água de Araraquara é composto por três captações de água superficial:

- ✓ Cruzes;
- ✓ Anhumas;
- ✓ Paiol.

Todas as captações do sistema de abastecimento de água possuem outorga de direito de uso junto ao Departamento de Águas e Energia Elétrica – DAEE.

Na *Captação do Paiol* a água é aduzida do Córrego do Paiol até a Estação de Tratamento de Água com o mesmo nome (ETA-Paiol), por uma adutora de 300mm e extensão de 1.800 metros em ferro fundido.

Na *Captação do Anhumas* a adução da água captada no Ribeirão das Anhumas é subdividida em dois trechos: Anhumas I e Anhumas II. O primeiro composto por uma estação elevatória junto à captação e por uma adutora de aproximadamente 3.300 metros de extensão e 400 mm de diâmetro, que recalcam a água bruta até uma estação elevatória (E.E. Anhumas II). O segundo envia água bruta da E.E. Anhumas II até a ETA-Fonte através de uma adutora de aproximadamente 9.900 metros de extensão e mesmo diâmetro do primeiro trecho.

Na *Captação das Cruzes*, junto à captação superficial existe uma estação elevatória que envia água bruta para a Estação de Tratamento (ETA-Fonte) situada a 1.600 metros de distância, através de duas adutoras em paralelo, com diâmetro de 300 mm e 450 mm.

Na fase de instalação da captação das Cruzes não foi feito o Estudo de Localização Ambiental, pois a construção data da década de sessenta. Inadequadamente, a área de Preservação Permanente não está sendo respeitada, sendo que aproximadamente 60% do perímetro do reservatório estão reflorestados. Todavia, cabe ressaltar que existe um projeto de recuperação da mata ciliar no entorno da represa de captação.

Este projeto é chamado PLANTANDO O FUTURO – RECUPERAÇÃO DE MANANCIAIS, coordenado pela ONG Araraquara Viva



<[www.araraquaraviva.org.br](http://www.araraquaraviva.org.br)>, e visa o replantio de mudas nativas em áreas de mananciais. Já foram plantadas mais de 2800 mudas nas áreas de entorno da Estação de Tratamento de Esgotos e da Represa da Captação das Cruzes. Impende destacar que este projeto tem apoio do DAAE Araraquara.

Com relação à existência de erosão nas margens da represa da Captação Cruzes e do assoreamento desta, observou-se processos erosivos em diversos locais da represa e aproximadamente 45% do reservatório encontra-se assoreado em função dos processos erosivos existentes à montante da represa, informações fornecidas pelo DAAE Araraquara.

#### **8.2.1.1 - Tratamento de Água**

A ETA Paiol é do tipo convencional, composta por mistura rápida, decantação modular, filtros rápidos descendentes com antracito e areia e posterior desinfecção, sendo a capacidade de produção de 80 L/s.

A ETA Fonte é a principal unidade do sistema, concentrando praticamente 50% da produção de água, com capacidade de produção de 600 L/s. O sistema de tratamento é do tipo convencional, composta de mistura rápida, flocladores mecanizados, decantação acelerada, filtros rápidos descendentes, desinfecção e vários reservatórios responsáveis pelo armazenamento e distribuição da água tratada aos setores de abastecimento.

O coagulante utilizado no processo de tratamento de água é o cloreto férrico que é ambientalmente favorável, entretanto não há tratamento e disposição do lodo gerado pelo tratamento.

Sendo assim, as águas de lavagem dos filtros, bem como o lodo das descargas dos decantadores são reunidos em uma caixa localizada nas proximidades do reservatório R-10. Desta caixa de conexão, o efluente é encaminhado diretamente ao Córrego da Servidão, através de uma linha de tubos de concreto armado, com 600 mm de diâmetro e cerca de 1 km de extensão.

O Córrego da Servidão, que se encontra canalizado, é afluente do Ribeirão do Ouro ainda na área urbana e além de receber o efluente da ETA-Fonte recebe as descargas líquidas de algumas indústrias e resíduos sólidos

lançados pela população local, conseqüentemente apresenta qualidade da água bastante degradada.

Com relação ao controle de vazamentos de produtos químicos, existe na sala das bombas dosadoras exaustores para casos de vazamento e os funcionários recebem equipamento de proteção individual (EPI), além de treinamento.

Em relação ao reúso, não foi verificado nenhum plano de reúso da água tendo em vista a boa disponibilidade hídrica da região, não despertando nem na companhia nem na sociedade local o interesse por esta prática.

### **8.2.1.2 - Captação Subterrânea**

Existem treze poços profundos que captam do manancial subterrâneo, que são\*\*\*\*:

- |                  |               |
|------------------|---------------|
| ✓ Ouro           | ✓ Paiol       |
| ✓ Santana        | ✓ Santa Lúcia |
| ✓ Standard       | ✓ Selmi Dei   |
| ✓ Parque Gramado | ✓ Pinheirinho |
| ✓ Iguatemi       | ✓ Fonte       |
| ✓ Rodovia        | ✓ Aldo Lupo   |
| ✓ Flora          |               |

O procedimento utilizado nos treze poços profundos que abastecem Araraquara consiste na cloração e fluoretação para posteriormente abastecer as regiões próximas aos bairros onde estão localizados, através de injeção direta na rede de distribuição (com reservatório de sobras) ou bombeamento diretamente para os reservatórios que alimentam as redes de distribuição.

O DAAE está aos poucos eliminando essas injeções diretas na rede de distribuição nos locais em que não dispõe de reservatório de jusante, sendo que o único local nesta condição é o poço Santana, com o intuito de controlar as perdas de água no sistema.

Com relação aos poços existentes para captação de água subterrânea, todos os poços possuem outorga de direito de uso junto ao Departamento de

---

\*\*\*\* O abastecimento do distrito Bueno de Andrada é feito por poço profundo



Águas e Energia Elétrica, todavia não existem estudos da localização ambiental dos poços, sendo que os mesmos vão sendo perfurados em função do surgimento de novas áreas de abastecimento, conforme a urbanização.

Com relação ao estudo da capacidade suporte do aquífero, é feito freqüentemente o monitoramento dos níveis, dinâmico e estático dos poços.

#### **8.2.1.3 - Distribuição**

A rede de distribuição tem aproximadamente 945.669 m de extensão, com diâmetro variando de 50 a 600 mm. No Distrito tem-se uma rede de abastecimento de água, com diâmetros de 50mm de aproximadamente 1,55 km.

O abastecimento do Distrito Bueno de Andrada é feito por um poço profundo bombeando para uma caixa elevada e daí para distribuição à população.

São realizados ensaios físico-químicos nas amostras de água bruta e tratada com a finalidade de verificar as suas características antes e após o tratamento adequado, de modo que se obtenham valores dentro dos padrões de potabilidade.

As análises e os exames das águas provenientes do Ribeirão das Anhumas e do Ribeirão das Cruzes são realizados com freqüências desejáveis e indicam quando da necessidade ou da dispensa de qualquer processo corretivo.

A água destinada ao abastecimento público obedece aos padrões de potabilidade de acordo com a Portaria nº 1.469 de 19/01/01 do Ministério da Saúde.

Não existe uma análise ambiental da indução de crescimento gerada pela distribuição de água tratada. Com o intuito de minimizar esta situação, dentre outras, o Município de Araraquara está elaborando o Plano Diretor, que visa regulamentar o uso e ocupação do solo na cidade e assim, evitar que se aprovelem novos loteamentos em áreas que deverão ser ambientalmente preservadas, como, por exemplo, fazer restrições à urbanização das áreas de mananciais.



O percentual de perdas do sistema de distribuição no ano de 2002 foi em média 38,62%, um valor considerado na média em relação às companhias de saneamento, entretanto, tendo em vista a adequação ambiental, é um percentual bastante alto, pois está havendo desperdício de um recurso natural de suma importância. Vale dizer que no DAAE Araraquara existe um programa de minimização de perdas, sendo que a meta a ser alcançada é de 35%. No quadro 12 e na figura 17 podem ser vistos a variação do controle de perdas no ano de 2002 com conseqüente comparação com a meta estipulada pelo DAAE de Araraquara.

Quadro 12 – Controle de Perdas no Sistema de Distribuição de Água Tratada.

Ano: 2002	Perdas(%)	Ano: 2002	Perdas(%)
<i>Janeiro</i>	38,15	<i>Julho</i>	38,34
<i>Fevereiro</i>	39,68	<i>Agosto</i>	39,30
<i>Março</i>	38,96	<i>Setembro</i>	39,65
<i>Abril</i>	38,15	<i>Outubro</i>	38,14
<i>Maior</i>	38,57	<i>Novembro</i>	36,66
<i>Junho</i>	39,22		
<b>Média:</b>		<b>38,62 %</b>	

Fonte: DAAE Araraquara

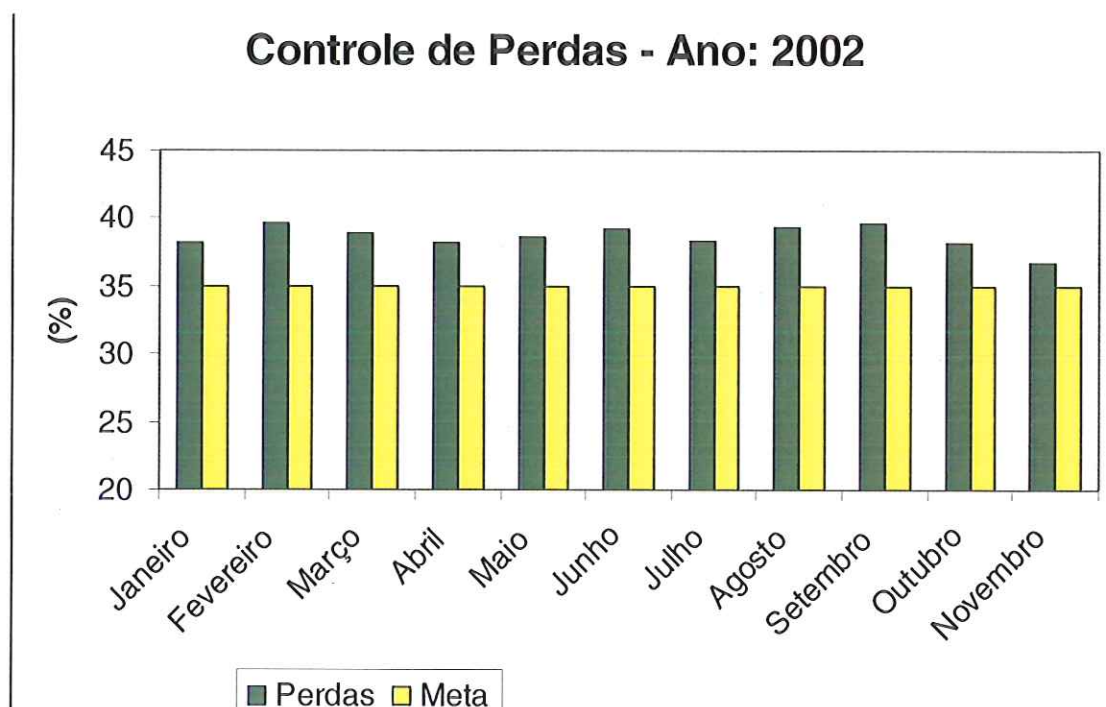


Figura 17 - Controle de Perdas no Sistema de Distribuição de Água Tratada e a meta a ser atingida. Fonte: DAAE Araraquara

Diante do exposto, pode-se fazer, resumidamente, as seguintes análises em relação aos impactos ambientais negativos existentes no sistema de tratamento de água do DAAE Araraquara:

- ❖ Na etapa de captação, a Área de Preservação Permanente da represa da Captação Cruzes não está sendo observada, ocorrendo supressão de aproximadamente 40% da vegetação no entorno da represa. Conseqüentemente há erosão nas margens e assoreamento da represa de captação;
- ❖ Na etapa de tratamento de água o principal impacto gerado é a disposição direta no córrego da Servidão do lodo gerado no tratamento de água da ETA-Fonte. Cabe salientar que o armazenamento de cloro gasoso para a desinfecção representa risco de acidente ambiental e de trabalho caso venha a ocorrer vazamento;
- ❖ Na etapa de distribuição não existe estudo de análise de indução de crescimento, sendo este remediado pelo plano diretor que visa regulamentar o uso e ocupação do solo da cidade. Ademais, as perdas de água distribuída a população é em média de 38,62%.

A fase de desativação deve ocorrer antes que o sistema entre colapso, ou seja, que a utilização dos recursos naturais não ultrapasse os limites da sua capacidade suporte. Caso isto ocorra, poderá gerar impactos negativos no lençol freático, afetar o balanço hídrico e resultar no excessivo assoreamento da represa de captação.

Com relação aos impactos ambientais positivos, a distribuição de água potável à população do município de Araraquara é notadamente o mais importante.

Sendo assim, a na tabela 9 pode ser vista a Matriz dos Impactos Ambientais decorrentes das Etapas de Produção de Água Tratada no DAAE Araraquara.





Concernente aos instrumentos de gestão ambiental e dispositivos legais pertinentes, as seguintes considerações puderam ser feitas.

Com relação ao Estudo de Impacto Ambiental, pôde-se observar a inexistência do mesmo para as ETAs existentes, ficando assim, suprimida esta etapa tão importante na adequação ambiental.

O licenciamento ambiental está em desconformidade, tanto na captação superficial quanto no tratamento, pois na captação superficial há supressão da Área de Preservação Permanente e no tratamento de água não é contemplado o tratamento e posterior disposição do lodo gerado.

As outorgas do direito de uso da água das captações, tanto superficial quanto subterrânea, estão em conformidade, bem como os padrões de potabilidade estabelecidos pela Portaria nº 1.469/Ministério da Saúde.

Lamentavelmente, existe a não-conformidade em relação ao disposto na Lei 4.771/65 (Código Florestal) pela supressão da APP na represa da Captação Cruzes, e o desrespeito à Lei de Crimes Ambientais (Lei 9.605/98) no tocante à disposição "in natura" do lodo gerado no tratamento de água, poluindo o Córrego da Servidão.

Posto isso, pode-se então observar a relação entre as etapas do sistema de tratamento de água com os instrumentos de gestão ambiental e os dispositivos legais pertinentes (Tabela 10).

**Tabela 10 – Relação entre as etapas do sistema de Tratamento de Água com os Instrumentos de Gestão Ambiental e os dispositivos legais pertinentes aplicada ao DAAE – Araraquara.**

TRATAMENTO DE ÁGUA	Fase	Projeto/Implantação		Operação				Desativação	
	Etapas	Captação		Tratamento	Captação		Tratamento		Disposição Final do Lodo
		A	B		A	B			
	Instrumentos/ Dispositivos. Legais								
	Estudo de Impacto Ambiental* (Lei 6.938/81-PNMA, Res. CONAMA nº 001/86 e 237/97)								
	Licenciamento Ambiental	NC	C	NC	NC	C	NC	NC	
	Outorga (art. 5º, III da lei 9.433/97 – PNRH)	C	C		C	C			
	Código Florestal (Lei 4.771/65) e Res. CONAMA 005/84	NC			NC				
	Lei dos Crimes Ambientais (Lei 9.605/98)	NC	C	NC	NC	C	NC	NC	
	Portaria nº 1.469/Ministério da Saúde						C		

A: Superficial; B: Subterrânea;  
 C: Conformidade com Instrumento/Dispositivo Legal  
 NC: Não-Conformidade com Instrumento/Dispositivo Legal  
 \* EIA composto de alternativas localizacionais, contemplando as dimensões Espacial e Temporal, e a realização de Audiência Pública, conforme Res. CONAMA 009/87, contemplando a participação da sociedade.

### 8.2.2 – O Sistema de Esgoto Sanitário Existente

O sistema de esgoto sanitário compreende 758.057 km de coletores, com diâmetro de 150mm, em manilhas cerâmicas, e 91.055 m de coletores-tronco, interceptores e emissários, com diâmetro variando de 1.000 a 2.000 mm, que conduzem os esgotos para a Estação de Tratamento de Esgotos (ETE - Araraquara).

No distrito de Bueno de Andrade há uma extensão de rede coletora de esgoto em manilha cerâmica de 150 mm, uma estação elevatória e uma estação de tratamento de esgoto (ETE – Bueno de Andrada).

Para realizar o tratamento dos detritos coletados, o DAAE conta com duas Estações de Tratamento de Esgotos (ETE): a ETE ARARAQUARA e a ETE BUENO. Juntas, essas duas unidades respondem pelo tratamento de 100% dos esgotos recolhidos.

A Estação de Tratamento de Esgotos de Araraquara, localizada na Rodovia SP 255 às margens do Ribeirão das Cruzes, possui dois módulos com capacidade total de tratamento de 800 litros de esgotos por segundo. Cada módulo é composto de Lagoa Aerada, Lagoa de Sedimentação e Lagoa de Lodo. Na Figura 18 pode ser visto a foto aérea da Estação de Tratamento de Esgotos de Araraquara.



Figura 18 – Vista aérea da Estação de Tratamento de Esgotos de Araraquara  
Fonte: < [www.daaearaquara.com.br](http://www.daaearaquara.com.br) >



O esgoto que chega na Estação através de emissário subterrâneo é submetido a um gradeamento inicial para a separação dos detritos maiores. Após serem separados os resíduos e objetos mais grosseiros, o esgoto atravessa uma calha Parshal, que registra a quantidade de material a ser tratado, e segue para os desarenadores, cuja função é separar a areia do líquido que seguirá para o tratamento nas Lagoas.

Na Lagoa de Aeração o esgoto é submetido à agitação mecânica realizada pelos aeradores. Esses equipamentos movimentam a água promovendo a oxigenação da mistura, eliminando gases indesejáveis e acelerando o processo de decomposição.

Na Lagoa de Sedimentação a água permanece por um período em descanso para que as partículas sólidas ainda presentes na mistura se depositem no fundo da Lagoa. Ao longo desse processo de decantação as impurezas vão se transformando em lodo.

Esse material posteriormente será conduzido para a Lagoa de Lodo de onde poderá ser transferido para o aterro sanitário ou utilizado como adubo orgânico. O DAAE está em fase de estudos para definir a melhor solução a ser implementada.

Com relação ao consumo de energia elétrica existe um programa de redução do consumo de energia elétrica que consiste no desligamento de alguns aeradores durante o horário de pico. Durante a implementação deste programa foram realizados exames físico-químicos e bacteriológicos que atestaram a não interferência dos desligamentos na eficiência do tratamento. Cabe salientar que este programa tem objetivos notadamente econômicos.

A Estação de Tratamento de Esgoto de Araraquara apresenta as seguintes eficiências de remoção: DBO inferior a 80%, SST igual a 75%, Coliformes Fecais igual a 95%, Nitrogênio Total igual a 72% e de Fósforo igual a 42%. A variação dos valores e da remoção de DBO no efluente da ETE de Araraquara no ano de 2003 podem ser vistos nas figuras 19 e 20, respectivamente. É importante salientar que na maioria dos meses estudados os valores de emissão estão em discordância em relação padrão de lançamento que é de 60 mg/L de DBO ou, quando não alcançado este valor, a eficiência de remoção deve ser superior a 80%. Entretanto, esta situação não

ocorreu, pois durante todo o ano de 2003 os valores de remoção de DBO apresentados encontram-se abaixo de 80%

Conforme o decreto lei nº 10.755/77, o Ribeirão da Cruzes, no ponto do lançamento do efluente da ETE, é um corpo d'água com enquadramento "classe 4".

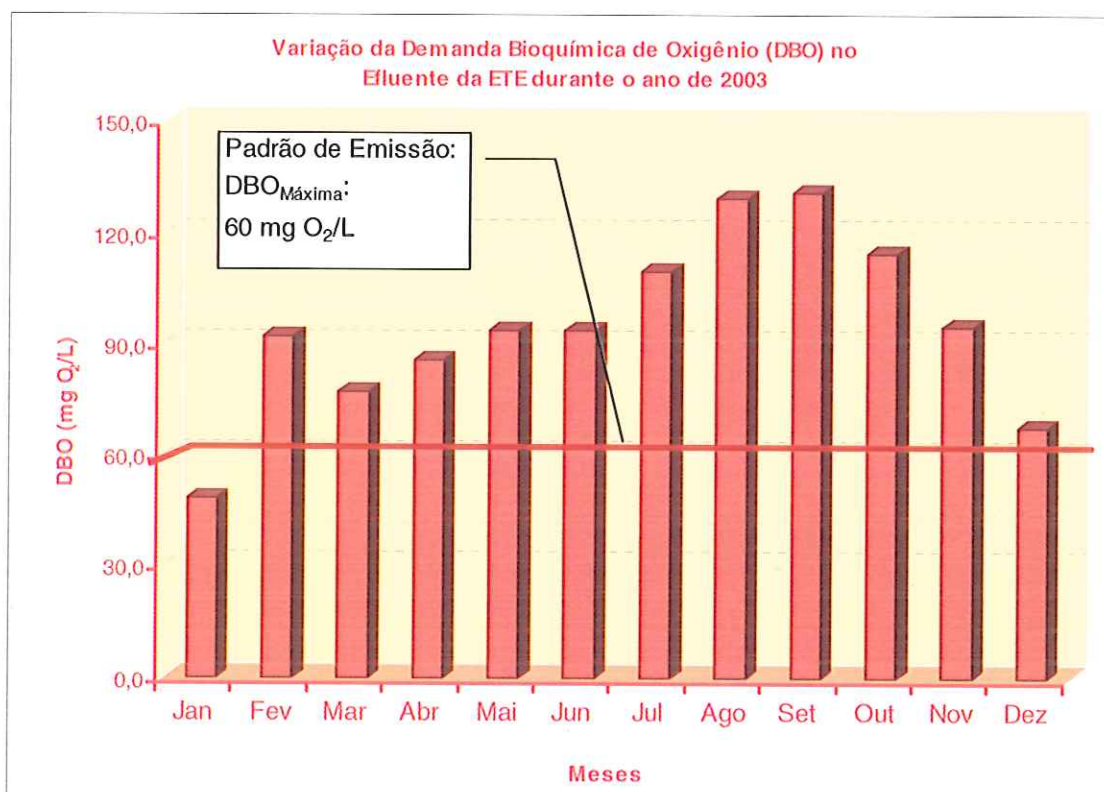


Figura 19 – Variação da DBO<sup>†††</sup> no Efluente da ETE Araraquara.  
Fonte: DAAE Araraquara

<sup>†††</sup> Média Mensal

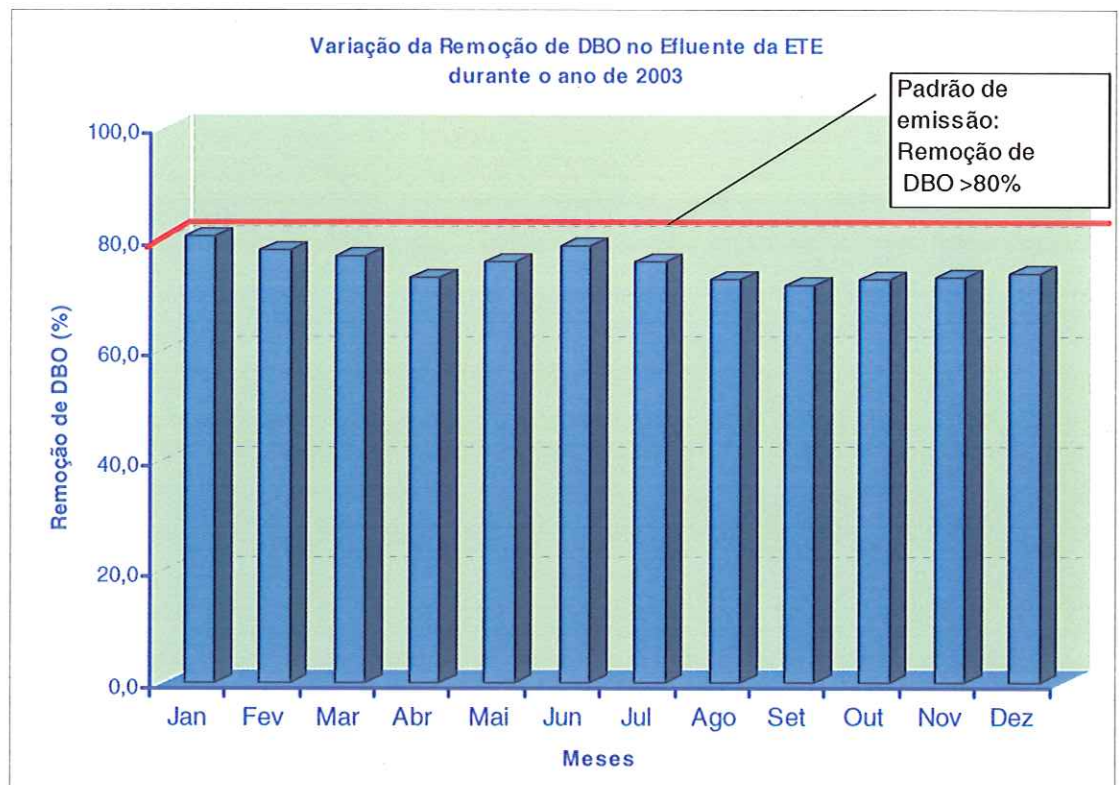


Figura 20 – Variação da Remoção DBO no Efluente da ETE Araraquara.  
Fonte: DAAE Araraquara

Com o intuito de verificar a qualidade da água e a capacidade de autodepuração do Ribeirão das Cruzes, o DAAE monitora-o mensalmente. Nos quadros 13 e 14 podem ser vistos os dados do monitoramento realizados nos dias 10/9 e 12/11 de 2.003, respectivamente.

Para a consecução do monitoramento são coletadas amostras em diversos pontos do ribeirão das Cruzes e nestas são feitas análises físico-químicas e bacteriológicas.



Quadro 13 – Monitoramento da Bacia do Ribeirão das Cruzes – 10/09/2003  
Fonte : DAAE - Araraquara

MONITORAMENTO DA BACIA DO RIBEIRÃO DAS CRUZES - COLETA 10/09/2003							
ESTAÇÕES DE COLETA							
LOCAL	CÓDIGO						
Ribeirão das Cruzes - montante do canal do efluente ETE Araraquara	1						
Ribeirão das Cruzes - jusante do canal do efluente ETE Araraquara	2						
Ribeirão das Cruzes - Fazenda Pinheirinho (jusante do lançamento da ETE Araraquara)	3						
Ribeirão das Cruzes - 8382,2 m a jusante do lançamento da ETE Araraquara - Sítio Santa Fé	4						
PARÂMETROS	1	2	3	4	Padrão Rio Classe 2	Padrão Rio Classe 3	Padrão Rio Classe 4
DQO (mg/L)	88	137	79	63	-	-	-
DBO (mg/L)	16,0	41,4	32,0	30,4	< 5	< 10	-
pH (no laboratório)	7,0	7,3	6,9	6,9	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0 <sup>(a)</sup>
Sólidos Sedimentáveis 60' (mL/L)	3,0	3,0	0,0	0,0	Virt. Ausentes	Virt. Ausentes	Virt. Ausentes <sup>(b)</sup>
Nitrito (mg/L)	0,081	0,436	0,414	0,405	< 1,0	< 1,0	-
Nitrato (mg/L)	0,292	0,328	0,208	0,352	< 10	< 10	-
Amônia (mg/L)	1,84	3,69	4,00	4,15	-	-	-
OD (mg/L)	6,0	5,6	2,1	2,6	> 5,0	> 4,0	> 2,0 <sup>(b)</sup>
Turbidez (FAU)	415,0	264,0	22,0	24,0	< 100	< 100	-
Cor (PtCo)-APHA	430,0	240,0	53,0	55,0	< 75	< 75	-
Sub. Sol. em Hexana (mg/L)	53,0	69,0	73,0	87,0	-	-	-
Temperatura ambiente (°C)	25,0	25,0	25,0	24,0	-	-	-
Temperatura amostra (°C)	22,0	22,0	21,0	21,0	-	-	-
Chuva - 24 h	sim	sim	sim	sim	-	-	-
Hora da coleta	13:30	13:30	10:45	11:30	-	-	-
Coliformes Totais (UFC/100mL)	2,3E+04	2,6E+05	2,3E+04	1,9E+04	-	-	-
Coliformes Fecais (UFC/100mL)	1,0E+03	7,0E+04	5,0E+03	4,4E+03	<1000	<4000	-

Obs.: <sup>(a)</sup> Decreto Estadual 8468/76 Art. 18 e <sup>(b)</sup> Resolução CONAMA 20 Art. 21  
Análise segundo Normas da 20ª ed. do Standard Methods for Examination of Water and Wastewater e CETESB.

Quadro 14 – Monitoramento da Bacia do Ribeirão das Cruzes – 12/11/2003  
Fonte : DAAE - Araraquara

MONITORAMENTO DA BACIA DO RIBEIRÃO DAS CRUZES - COLETA 12/11/2003							
ESTAÇÕES DE COLETA							
LOCAL	CÓDIGO						
Ribeirão das Cruzes - montante do canal do efluente ETE Araraquara	1						
Ribeirão das Cruzes - jusante do canal do efluente ETE Araraquara	2						
Ribeirão das Cruzes - Fazenda Pinheirinho (jusante do lançamento da ETE Araraquara)	3						
Ribeirão das Cruzes - 8382,2 m a jusante do lançamento da ETE Araraquara - Sítio Santa Fé	4						
PARÂMETROS	1	2	3	4	Padrão Rio Classe 2	Padrão Rio Classe 3	Padrão Rio Classe 4
DQO (mg/L)	39	55	42	23	-	-	-
DBO (mg/L)	12,5	30,4	18,7	12,3	< 5	< 10	-
pH (no laboratório)	7,1	7,3	7,1	7,1	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0 <sup>(a)</sup>
Sólidos Sedimentáveis 60' (mL/L)	0,0	0,0	0,0	0,0	Virt. Ausentes	Virt. Ausentes	Virt. Ausentes <sup>(b)</sup>
Nitrito (mg/L)	0,229	0,426	0,091	0,076	< 1,0	< 1,0	-
Nitrato (mg/L)	0,596	0,572	0,480	0,576	< 10	< 10	-
Amônia (mg/L)	0,23	5,88	4,01	0,09	-	-	-
OD (mg/L)	6,5	5,4	1,8	2,5	> 5,0	> 4,0	> 2,0 <sup>(b)</sup>
Turbidez (FAU)	67,0	72,0	37,0	37,0	< 100	< 100	-
Cor (PtCo)-APHA	138,0	226,0	135,0	110,0	< 75	< 75	-
Sub. Sol. em Hexana (mg/L)	10,0	102,0	67,0	95,0	-	-	-
Temperatura ambiente (°C)	35,0	35,0	26,0	29,0	-	-	-
Temperatura amostra (°C)	27,0	27,0	25,0	28,0	-	-	-
Chuva - 24 h	não	não	não	não	-	-	-
Hora da coleta	11:30	11:35	8:03	9:05	-	-	-
Coliformes Totais (UFC/100mL)	4,6E+04	4,4E+05	2,9E+04	3,4E+04	-	-	-
Coliformes Fecais (UFC/100mL)	7,2E+03	1,1E+05	5,6E+03	3,6E+03	<1000	<4000	-

Obs.: <sup>(a)</sup> Decreto Estadual 8468/76 Art. 18 e <sup>(b)</sup> Resolução CONAMA 20 Art. 21  
Análise segundo Normas da 20ª ed. do Standard Methods for Examination of Water and Wastewater e CETESB.

Impende destacar os valores de DBO, DQO e OD que serão analisados a seguir.

Com relação à variação de DBO e DQO no Ribeirão das Cruzes, nos dias 10/09 e 12/11 de 2003 (Figuras 21 e 22, respectivamente), pode-se perceber um substancial aumento dos valores dos parâmetros analisados no ponto 2, que se encontra logo após o canal de lançamento do efluente da ETE, demonstrando ser este lançamento prejudicial à qualidade do curso d'água.

Por ser o Ribeirão das Cruzes enquadrado como classe 4, a qual não define valores mínimos de DBO e DQO esta situação poderia prosperar, entretanto quando se trabalha com sustentabilidade ambiental, uma das premissas deste trabalho, é inerente a compreensão da desconformidade ambiental com relação aos parâmetros apresentados pelo efluente da ETE – Araraquara.

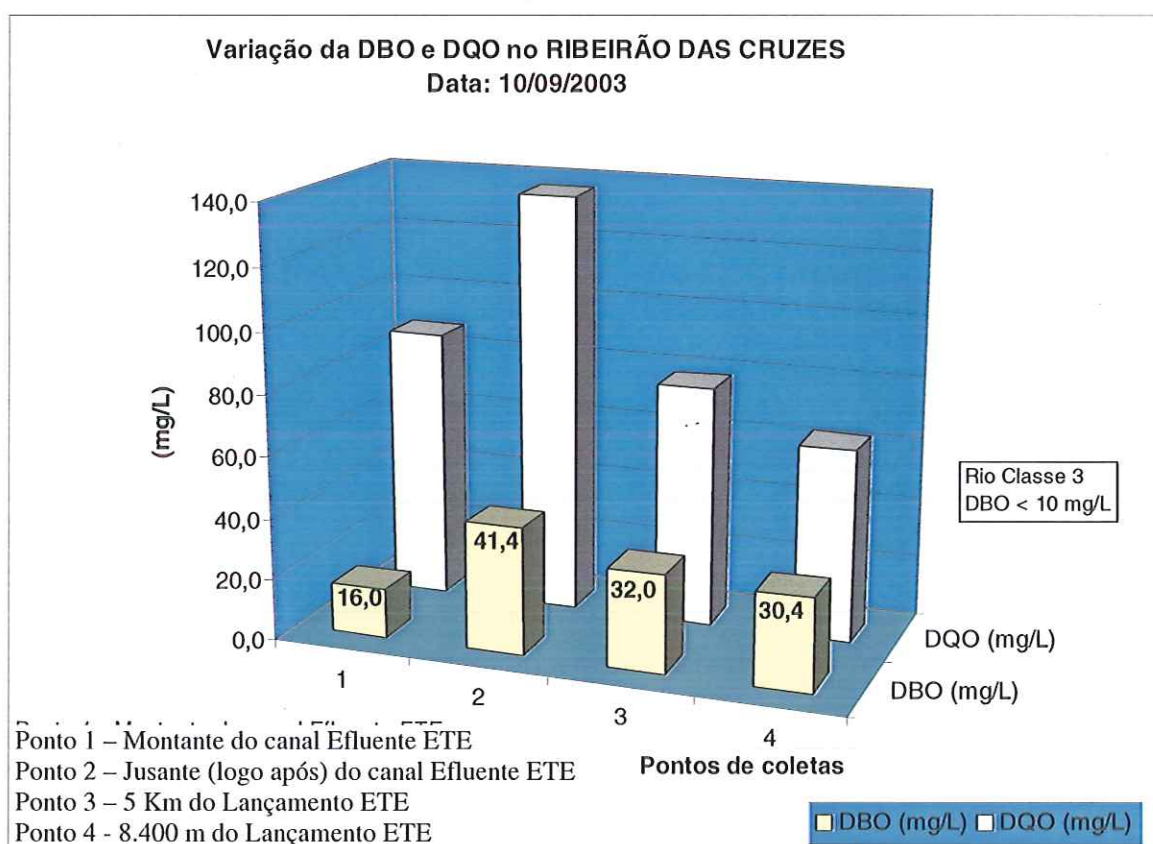


Figura 21 – Variação da DBO e DQO no Ribeirão das Cruzes – 10/09/2003  
Fonte: DAAE - Araraquara



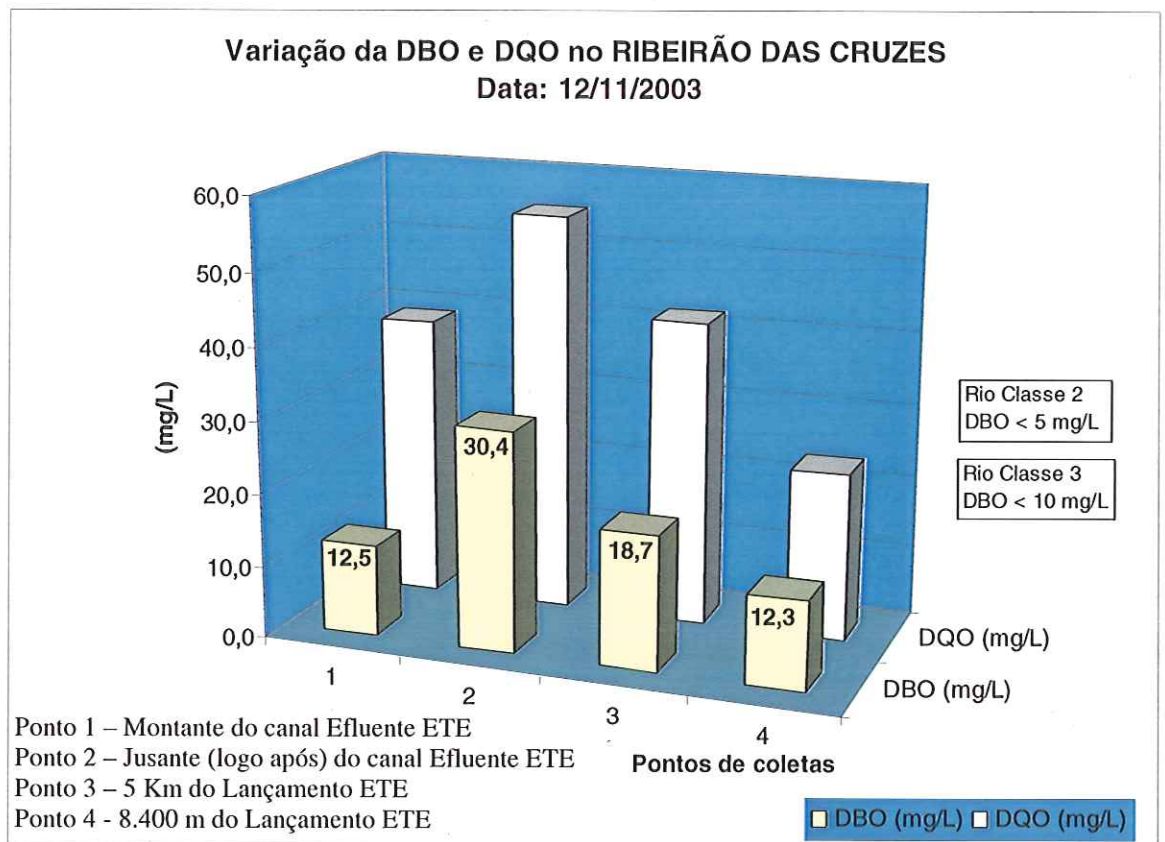


Figura 22 – Variação da DBO e DQO no Ribeirão das Cruzes – 12/11/2003  
Fonte: DAAE - Araraquara

Situação análoga pode ser percebida em relação à variação do Oxigênio Dissolvido no Ribeirão das Cruzes nos dias 10/09/04 e 12/11/03. Nas Figuras 23 e 24 pode ser visto uma significativa redução do valor de OD à jusante do lançamento da ETE-Araraquara em função do processo de autodepuração, chegando à barbárie dos valores de OD serem inferiores a 2,0 mg/L, que é um valor considerado ínfimo, mesmo que permitido no enquadramento classe 4.



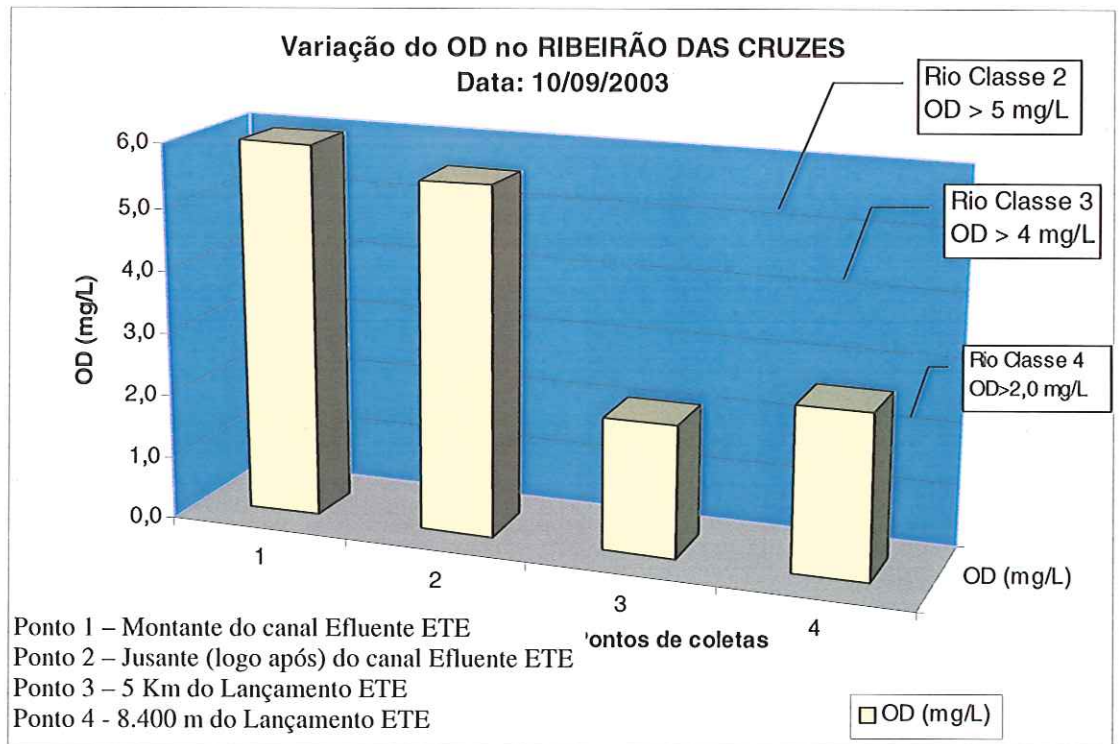


Figura 23 – Variação do OD Ribeirão das Cruzes – 10/09/2003  
 Fonte: DAAE - Araraquara

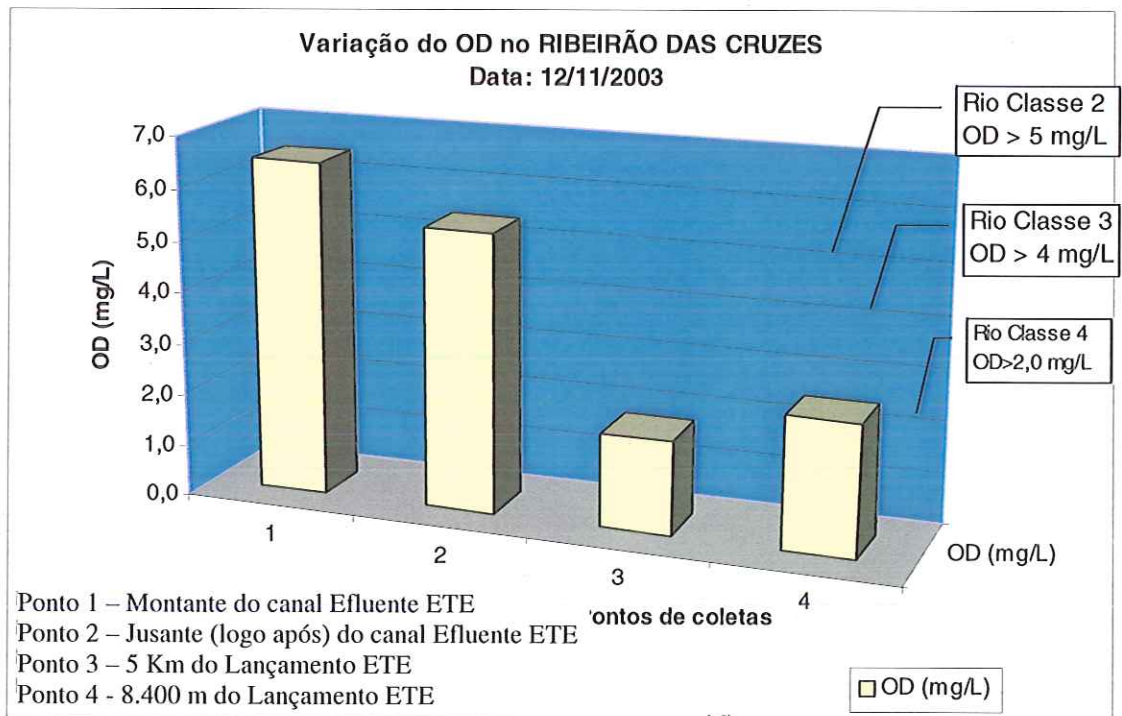


Figura 24 – Variação do OD no Ribeirão das Cruzes – 12/11/2003  
 Fonte: DAAE - Araraquara

É importante destacar que os dados analisados neste trabalho foram os dados disponíveis para análise e devido a esta escassez, não foi possível elaborar um trabalho estatístico incrementado. Com relação aos dados da eficiência do tratamento, pode-se notar a consistência destes durante todo o ano de 2003.

Da análise dos dados da eficiência do tratamento, das variações de DBO, DQO e OD no Ribeirão das Cruzes e do que foi estudado no item 6.5 deste trabalho, é possível constatar, mesmo com apenas dois experimentos de monitoração, que o lançamento do efluente da ETE é a causa mais provável da causa do baixíssimo valor de OD no Ribeirão das Cruzes nos pontos de coleta.

Posto isso, pode-se fazer, resumidamente, as seguintes análises em relação aos impactos ambientais negativos existentes no sistema de tratamento de esgoto do DAAE Araraquara:

- ❖ A etapa de coleta de esgoto pode apresentar riscos de acidentes devido à acumulação de gases na rede coletora;
- ❖ A fase de projeto/implementação apresentou impactos ambientais no solo, ar, fauna e flora devido à construção da ETE. Estes impactos deram início a um procedimento administrativo no Ministério Público da cidade de Araraquara.
- ❖ Na fase de operação, devido às características construtivas da ETE, ocorre a geração de aerossóis que estão sendo motivo de litígio judicial com fazendeiros da região onde foi instalada a ETE.
- ❖ Os efluentes da ETE estão impactando negativamente os valores de Coliformes Fecais, DBO e OD do Ribeirão das Cruzes.

Como impacto ambiental positivo, destaca-se que 98,20% do esgoto gerado é coletado para tratamento. Ademais, na fase de projeto/implantação do tratamento de esgoto foram projetadas melhorias em relação aos valores de Coliformes Fecais, DBO e OD devido à eficiência prevista no projeto.

Sendo assim, a na tabela 11 pode ser vista a Matriz dos Impactos Ambientais decorrentes das Etapas do Tratamento de Esgoto no DAAE Araraquara.

**Tabela 11 – Matriz dos Impactos Ambientais decorrentes das Etapas do Tratamento de Esgoto no DAAE Araraquara**

Componentes	Fase	Projeto/ Implantação		Operação				Desativação	
	Etapas  Fatores Ambientais	Coleta	Tratamento	Coleta	Tratamento	Disposição Final do Lodo			
						Aterro Sanitário	Uso Agrícola		Reúso Industrial
Solo	Propriedades Físicas	98,20% da população servida com coleta para o tratamento	-	Riscos de acidentes devido à acumulação de gases na rede coletora					
	Propriedades Químicas		-						
	Inundação								
Ar	Erosão/ Assoreamento								
	Poeira		-						
	Gases		-		-				
Água	Ruído		-						
	Balanco Hídrico								
	Água subterrânea								
	Coliformes Fecais		+						
	DBO	+							
	OD	+							
	Metais Pesados	+							
Flora	Concentração de Sólidos	+							
	Remoção/ Alteração	-							
Fauna	Remoção/ Alteração	-							

OBS: ■ O DAAE está em fase de estudos para definir a melhor solução a ser implementada



O estudo de impacto ambiental foi suprimido e substituído pelo relatório ambiental prévio. Apesar de legal, o RAP não será considerado neste trabalho, pois não permite a participação da sociedade, premissa básica da sustentabilidade ambiental, como pôde ser visto no Capítulo 3.

O Licenciamento ambiental da ETE Araraquara foi obtido por intermédio do RAP, no qual a tecnologia adotada para o tratamento do esgoto sanitário seria capaz de obter eficiências globais de remoção de DBO e de nutrientes suficientes para atender à legislação. Sendo assim, na etapa de implementação houve conformidade, entretanto, na etapa de operação está ocorrendo, infelizmente, a não-conformidade. A disposição final do lodo ainda não está sendo realizada, assim entende-se esta etapa como sendo a da implantação, na qual obteve o licenciamento.

Com relação aos Padrões de Emissão e Lançamento, cabe salientar que na fase de implantação foram projetados para atender à legislação, contudo, durante a fase de operação pôde-se avaliar a não-conformidade dos valores de DBO, DQO e OD.

Como visto anteriormente, o lançamento do efluente da ETE está poluindo o Ribeirão das Cruzes, desrespeitando a Lei dos Crimes Ambientais, sendo o DAAE passível de penalidades criminais em decorrência deste fato.

Enfim, pode ser então observada a relação entre as etapas do sistema de tratamento de esgoto com os instrumentos de Gestão Ambiental e os dispositivos legais pertinentes aplicada ao DAAE – Araraquara (tabela 12).

**Tabela 12 – Relação entre as etapas do sistema de Tratamento de Esgoto com os Instrumentos de Gestão Ambiental e os dispositivos legais pertinentes aplicadas ao DAAE - Araraquara**

SERVIÇO DE ESGOTO	Fases	Projeto/Implantação		Operação		Desativação	
	Etapas	Coleta	Tratamento	Tratamento	Não Tratamento		Disposição Final do Lodo
	Estudo de Impacto Ambiental* (Lei 6.938/81-PNMA, Res. CONAMA nº 001/86 e 237/97)		NC	NC		NC	NC
	Licenciamento Ambiental	C	C	NC		C	
	Código Florestal (Lei 4.771/65) e Res. CONAMA 005/84	NC	NC	NC			
	Padrão de Emissão (art. 18 do Dec. Est. 8.468/76 e Art. 21 do RES. CONAMA 20/86)		C	NC			
	Padrão de Qualidade (Resolução CONAMA 20/86)		C	NC			
	Lei dos Crimes Ambientais (Lei 9.605/98)			NC			

\*NC: Não-Conformidade com Instrumento/Dispositivo Legal;  
 C: Conformidade com Instrumento/Dispositivo Legal;  
 \* EIA composto de alternativas localizacionais, contemplando as dimensões Espacial e Temporal, e a realização de Audiência Pública, conforme Res. CONAMA 009/87, contemplando a participação da sociedade.  
 ■ O não tratamento não se aplica ao DAAE Araraquara pois este trata 100% do esgoto coletado

### 8.2.3 – Práticas e Política Ambiental

Como visto neste trabalho, o DAAE Araraquara fornece água potável para 100% da população, coleta 98,20% do esgoto gerado e trata 100% do esgoto coletado.

Tendo em vista o panorama nacional, relatado na Pesquisa Nacional de Saneamento Básico, realizada pelo IBGE em 2002, atesta-se que o DAAE Araraquara apresenta excelentes índices de tratamento de água e esgoto. Entretanto, há que se observar a não existência de uma política ambiental que procure garantir a qualidade ambiental do entorno dos sistemas de tratamento de água e esgoto.

Durante o trabalho realizado não foram encontrados práticas ou procedimentos sistematizados que visassem a proteção ambiental. Conseqüentemente não existe um Sistema de Gestão Ambiental implementado nem há planos para tal. Cabe salientar que existe um esboço de gerência de meio ambiente, constituída por três engenheiros que por vocação pessoal procuram, não sistematicamente, implementar ações de proteção ambiental.

Os dados analisados no presente trabalho foram fornecidos pelo DAAE e são do ano de 2003, pois os dados de 2004 estavam em processo de coleta, organização e análise pela autarquia. Segundo informações do superintendente do DAAE, em 2004 os resultados indicaram melhora na eficiência global do sistema de tratamento de esgoto e, conseqüentemente, os lançamentos do efluente do tratamento ficaram dentro do limite estabelecido em lei.

Da compilação das informações levantadas neste trabalho propõe-se que o DAAE Araraquara adote um Sistema de Gestão Ambiental integrando as informações obtidas nas Matrizes dos Impactos Ambientais decorrentes das Etapas dos Tratamentos de Água e Esgoto com as relações existentes entre as etapas dos sistemas de Tratamento de Água e Esgoto com os Instrumentos de Gestão Ambiental e os dispositivos legais pertinentes. Assim procedendo, a integração das informações servirá de subsídio para a análise integrada do sistema como um todo.



Cabe salientar que neste trabalho as etapas de Avaliação Ambiental, Aspectos Ambientais e Requisitos Legais foram analisadas em relação ao DAAE Araraquara, todavia a metodologia empregada pode ser utilizada para analisar tais etapas em qualquer sistema de tratamento de água ou esgoto.

Ademais, tendo em vista o exposto nos itens 4.1.1 e 4.1.2 nesta tese, propõe-se o seguinte esboço de modelo de Política Ambiental e Sistema de Gestão Ambiental (figura 25).

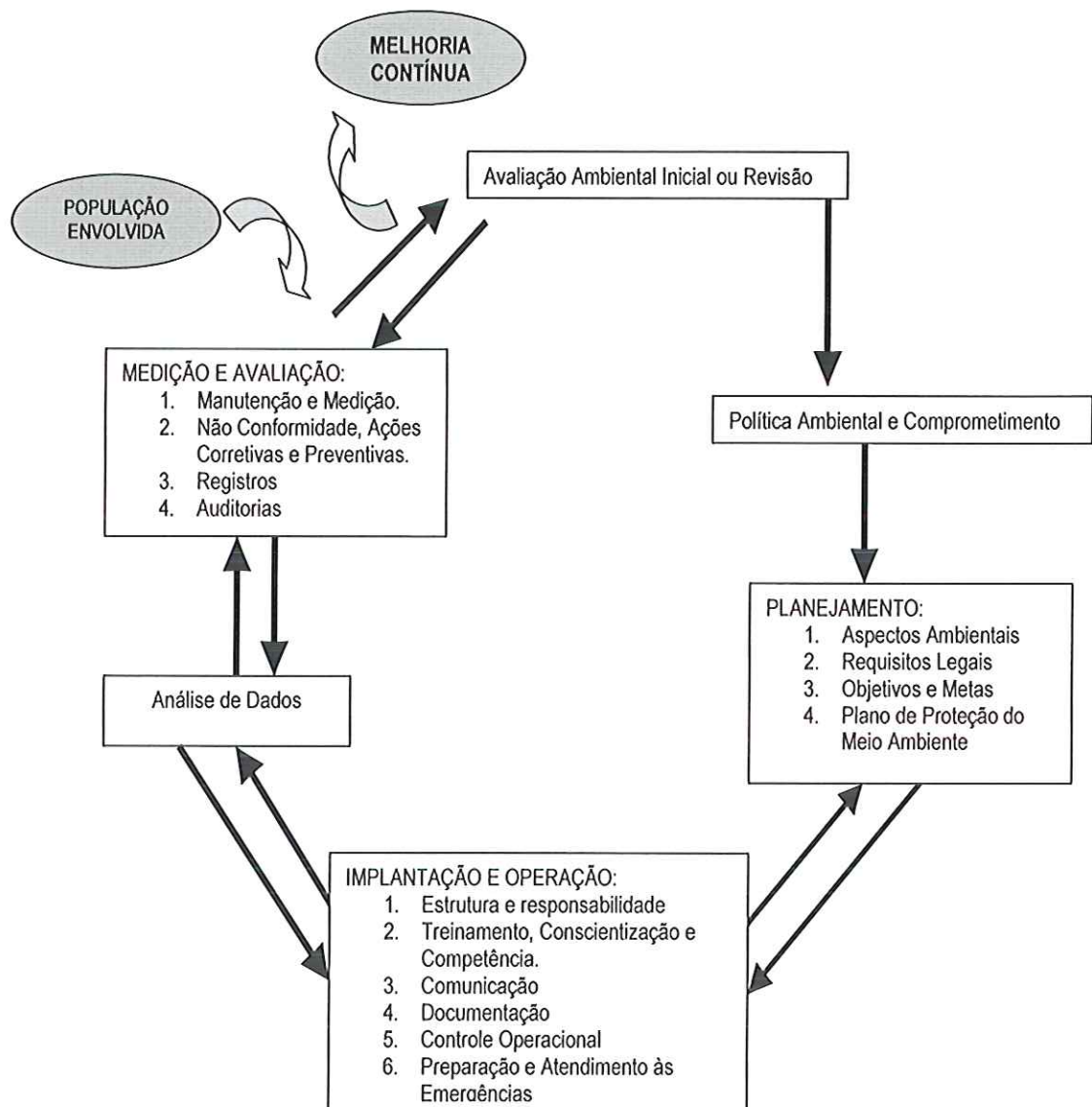
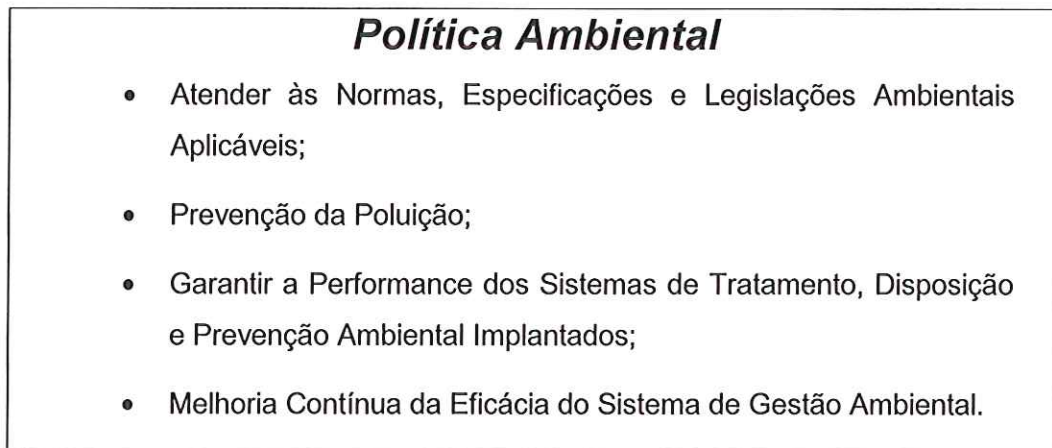


Figura 25 - Esboço de Modelo de Política Ambiental e Sistema de Gestão Ambiental

## CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O presente trabalho objetivou a verificação da adequação ambiental dos serviços de água e esgoto visando a sustentabilidade ambiental. Para tal, foi realizada uma ampla revisão bibliográfica enfocando o estado da arte, a adequação ambiental sob os aspectos empresarial e legal, e os aspectos técnicos e impactantes do tratamento de água e esgoto. Na etapa seguinte foram elaboradas duas matrizes de impactos que deram suporte à definição da relação entre os instrumentos de gestão ambiental e dispositivos legais pertinentes e as etapas dessas atividades, quais sejam: captação, adução, tratamento, distribuição, coleta, tratamento de esgoto e lançamento no corpo receptor, inclusive os respectivos resíduos, como o lodo. Por fim, foi realizado um estudo de caso no sistema de tratamento de água e esgoto operados pelo Departamento Autônomo de Água e Esgoto – DAAE – de Araraquara.

A adequação ambiental enseja a inserção da variável ambiental no processo decisório, sendo o Estudo de Impacto Ambiental, fundamentalmente o mais importante instrumento de transparência e aprovação da sociedade à viabilidade ambiental dos sistemas de tratamento de água e de tratamento de esgoto, em todas as suas etapas, quais sejam: projeto, implantação, operação e desativação.

Estudos de alternativas localizacionais, ponderando os fatores ambientais, tais como declividade, pedologia, geologia, vegetação natural e hidrografia permitem a observância do binômio Tipologia-Localização, possibilitando a minimização dos impactos ambientais decorrentes do sistema de tratamento de água e de tratamento de esgoto.

Com o advento da Constituição Federal de 1988, a proteção do patrimônio público e social, *do meio ambiente* e de outros interesses difusos e



coletivos, é tarefa do Ministério Público. No Estado de São Paulo, Ministério Público Estadual tem agido com rigor no sentido de exigir o cumprimento da legislação em defesa do meio ambiente.

Pela Matriz de Impactos apresentada neste trabalho foi possível identificar os impactos ambientais negativos e positivos dos sistemas de tratamento de água e esgoto em relação aos seguintes componentes ambientais: solo, ar, água, fauna e flora. Impende destacar que os impactos ambientais mais significantes podem ser causados pela: i) demanda exacerbada de recursos hídricos, tanto superficiais quanto subterrâneos, a ponto de comprometer a disponibilidade destes; ii) disposição *in natura* nos corpos d'água do esgoto coletado e dos efluentes gerados no tratamento de água; iii) disposição nos corpos d'água do efluente de estações de tratamento de esgoto que não estejam em conformidade com os padrões de emissão e lançamento.

No presente trabalho foram levantados os principais impactos ambientais concernentes aos sistemas de água e esgoto, bem como, possíveis medidas atenuadoras destes, visando alertar e dar suporte a um gestor ambiental quando da tomada de decisões, observando a inserção da variável ambiental no processo decisório.

Outrossim, foram elaboradas quatro matrizes que têm como objetivo mostrar aos interessados na qualidade ambiental dos sistemas de água e esgoto os possíveis impactos decorrentes dessas atividades e a partir da identificação dos impactos estabelecerem diretrizes de ação, baseadas nos instrumentos de gestão ambiental e dispositivos legais pertinentes, para executarem as medidas necessárias para a mitigação dos impactos identificados.

Não obstante ser o sistema de tratamento/distribuição de água e coleta/tratamento de esgoto um nobre serviço prestado à comunidade, caso estes não sejam executados de maneira ambientalmente adequada, são potenciais poluidores, sendo assim passíveis de sanções criminais, conforme o art. 54 da Lei dos Crimes Ambientais (Lei nº 9.605/98). Além disso, o diretor, o administrador, o auditor, o gerente, dentre outros gestores da administração de pessoas jurídicas públicas ou privadas podem ser responsabilizados pela prática deste crime.

Com relação ao estudo de casos, foram constatadas algumas inadequações. A área de preservação permanente do reservatório da captação Cruzes não se encontra em concordância com o disposto na Lei nº 4.771/65 e posteriores alterações. O lodo gerado pelo tratamento de água é disposto sem tratamento no córrego da Servidão. O efluente da estação de tratamento de esgoto apresenta características físico-químicas e biológicas em desacordo com o artigo 18 do Decreto do Estado de São Paulo nº 8.468/76. Ademais, não foram encontradas no DAAE Araraquara práticas ou procedimentos sistematizados que visassem a proteção ambiental.

A contribuição do presente trabalho almeja ser um alerta aos gestores dos sistemas do tratamento de água e esgoto no sentido da imediata tomada de decisão visando à manutenção da qualidade ambiental.

Com relação ao estudo de caso, recomenda-se que sejam feitos estudos para se determinar as causas da incongruência em relação à eficiência global de remoção prevista no projeto inicial com a eficiência global apresentada atualmente. Bem como a realização de um estudo apurado do processo de autodepuração do Ribeirão das Cruzes.

Por fim, recomenda-se que os gestores de serviços públicos ou privados de água e esgoto implementem um departamento de meio ambiente eficiente e integrado com as decisões tomadas pela alta direção, sendo assim, busquem estratégias para implementar medidas mitigadoras dos impactos causados por essas atividades, com conseqüente monitoramento eficaz e contínuo dessas providências.

# 10

## BIBLIOGRAFIA

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL  
(1992) *Cadernos de Engenharia Sanitária e Ambiental: Reúso de Água*.  
vol. 5 ABES. Rio de Janeiro - RJ
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1987) *NBR 10.004 -  
Resíduo Sólido*. São Paulo, 63p., Set.
- \_\_\_\_\_. (1996a) *NBR ISO 14001 Sistemas de gestão ambiental –  
especificações e diretrizes para o uso*. Rio de Janeiro – Brasil
- \_\_\_\_\_. (1996b) *NBR ISO 14004 Sistemas de gestão ambiental –  
Diretrizes gerais sobre princípios, sistemas e técnicas de apoio*. Rio de  
Janeiro – Brasil
- AGENDA 21/Resumo (1992) - *Cúpula da Terra: Conferência das Nações  
Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento*. Rio de Janeiro, Brasil  
3 - 14 de Junho, Centro de Informação das Nações Unidas, 46 p.;
- ALVARENGA, S.R. (1997). *A Análise das Áreas de Proteção Ambiental  
enquanto Instrumento da Política Nacional do Meio Ambiente: O Caso da  
APA Corumbataí – SP*. Dissertação de Mestrado, Escola de Engenharia  
de São Carlos, USP
- AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION RESOURCE FOUNDATION –  
AWWARF - and KIWA (1990) *SLIB, SCHLAMM, SLUDGE: Cooperative  
Research Report AWWA*, Denver, CO, USA
- AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION (1990) *Water Quality and  
Treatment - A Handbook of Community Water Supplies* AWWA IV Ed.,  
USA.
- AZEVEDO NETTO, J. M (1987) *Técnica de abastecimento e tratamento de  
água : tratamento de água*. 2ª. Ed. CETESB – São Paulo – SP.



- AWWA, ASCE and USEPA (1996) *Technology Transfer Handbook: Management of Water Treatment Plant Residuals*. ASCE, New York, NY, USA
- BANCO DO NORDESTE (1999) *Manual de Impactos Ambientais: orientações básicas sobre aspectos ambientais de atividades produtivas*. 297p Banco do Nordeste – Fortaleza - CE
- BARBOSA, R. M. (2000) *Avaliação do impacto de lodos de estações de tratamento de água à biota aquática através de estudos ecotoxicológicos* Tese (Doutorado) EESC-USP São Carlos.
- BARKER, A (1999) *Evaluation of EIA system performance in eight EU countries*. Environmental Impact Assessment Review, v 19, n 4, p 387-404. Elsevier Science Publ. Co. Inc., New York, NY, USA.
- BARROSO, M. M. (2002). *Problemática dos metais e sólidos no tratamento de água (estação convencional de ciclo completo) e nos resíduos gerados*. São Carlos. 140 p. Dissertação (mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- BIDONE, F.R.A e POVINELLI, J. (1999) *Conceitos Básicos de Resíduos Sólidos*. 120p. EESC/USP - São Carlos – SP
- BRAGA, B. *et al.* (2002) *Introdução à Engenharia Ambiental*. Ed. Prentice Hall. São Paulo
- BRASIL (1985) *Resolução nº 004 CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente*. Brasília
- \_\_\_\_\_. (1986) *Resolução nº 001 CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente*. Brasília
- \_\_\_\_\_. (1986) *Resolução nº 20 CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente*. Brasília
- \_\_\_\_\_. (1987) *Resolução nº 009 CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente*. Brasília
- \_\_\_\_\_. (1997) *Resolução nº 237 CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente*. Brasília
- \_\_\_\_\_. (2002) *Constituição Federal, Coletânea de Legislação de Direito Ambiental – Odete Medauar (org)*. São Paulo : Editora Revista dos Tribunais

- CAMPOS, J. R. (1994) *Alternativas para Tratamento de Esgotos – Pré-Tratamento de Águas para Abastecimento*. Americana: Consórcio Intermunicipal das Bacias dos Rios Piracicaba e Capivari. Americana-SP
- \_\_\_\_\_ (Coord.) (1999) *Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbio e disposição controlada no solo* Projeto PROSAB. ABES - Rio de Janeiro, Brasil
- CANTER, L. W (1996) *Environmental Impact Assessment*. Second Edition. McGraw-Hill, Inc., New York
- \_\_\_\_\_. (1997) *Environmental policy and NEPA: past, present, and future*. St. Lucie Press. Boca Raton, Fla
- CAVALCANTI, C. (1995) *Sustentabilidade da Economia: paradigmas alternativos de realização econômica*. In: Cavalcanti, C., org. *Desenvolvimento e Natureza: estudos para uma sociedade sustentável*. São Paulo, Cortez; Recife-PE: Fundação Joaquim Nabuco. Parte I, Cap. 9, p.153-174.
- CERUCCI, M. (1998) *A Análise da Eficácia do Estudo Prévio de Impacto Ambiental Quanto a Aplicação de Metodologias para a Localização de Empreendimentos – Dissertação de Mestrado*, Biblioteca da EESC-USP, São Carlos, Brasil
- CETESB (1991). *Manual para a adequação ambiental na implantação de distritos industriais*. Secretaria do Meio Ambiente. Coordenadoria de Planejamento Ambiental. 1ª ed. São Paulo, 55p.
- \_\_\_\_\_ (2003). *Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo* Secretaria do Meio Ambiente. São Paulo, 264p.
- CHAMBERS, P.A (1997) *Impacts of Municipal Wastewater Effluents on Canadian Waters: a Review – Water Quality Research Journal of Canada*. Volume 32, nro 4, 659-713 – ©1997 CAWQ – CANADA.
- CHEHEBE, J. R. B. (2002) *Análise do ciclo de vida de produtos: ferramenta gerencial da ISO 14000* 104p. Ed. Qualitymark, Rio de Janeiro
- CONSTANZA ,R.(1994). *Economia Ecológica: uma agenda de pesquisa*. In: May, P, H & Motta, R. S. orgs. In: *Valorando a Natureza: análise econômica para o desenvolvimento sustentável*. Rio de Janeiro. Editora Campus.



- CORDEIRO, J.S (1993) *O problema dos lodos gerados nos decantadores em estações de tratamento de água* – Tese de Doutorado - Biblioteca da EESC-USP, 1993, São Carlos, Brasil.
- D'ALMEIDA, M. L. O e VILHENA, A (2000) *Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado* – IPT/CEMPRE 2ª. edição São Pulo
- DENNISON, F.J (1998) *Assessing management options for wastewater treatment works in the context of life cycle assessment* – Water Science and Technology, Vol. 38, No 11, pp. 23-30. ©1998 IAWQ
- DI BERNARDO, L.(1993) *Métodos e Técnicas de Tratamento de Água*. ABES, Vol I, Rio de Janeiro, Brasil.
- DI BERNARDO, A. (2000). *Qualidade da Água e Tecnologias de Tratamento*. Ribeirão Preto, UNAERP
- DONAIRE, D. (1999) *Gestão ambiental na empresa*. 2ª ed. Editora Atlas. São Paulo
- DORUSSEN, H.L. and WASSENBERG,W.B.A (1997) – *Feasibility of Treatment of Low Polluted Waste Water in Municipal Waste Water Treatment Plants* - Water Science and Technology Vol. 35, Nº 10, pp. 73-78, ©1997 IAWQ.
- FERREIRA, R. A. R. (1999). *Uma Avaliação da Certificação Ambiental pela Norma NBR ISO 14001 e a Garantia da Qualidade Ambiental*. São Carlos. 148p. Dissertação – Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo. 1999.
- FIESP/CIESP (2001) *Micro e Pequenas Empresas no Estado de São Paulo e a Legislação Ambiental*. Cartilha elaborada para associados. Federação da Indústrias do Estado de São Paulo – São Paulo – SP
- FONTES, A. T. (1997) *Aspectos do macrozoneamento utilizando SIG enquanto instrumento de gestão ambiental: diagnósticos e cenários regionais no estudo de caso da região de Ribeirão Preto*. 67 p. Dissertação (Mestrado). EESC-USP.
- \_\_\_\_\_ (2003) *Cobrança pelo uso da água e escassez de recursos hídricos: proposta de modelo de cobrança e aplicação na bacia do rio Atibaia* , 113 p Tese (Doutorado) EESC-USP São Carlos
- GLASSON, J. and SALVADOR, N. N. B. (2000). *EIA in Brazil: a procedures–practice gap. A comparative study with reference to the European Union,*



- and especially the UK. Environmental Impact Assessment Review*, Vol. 20, pp 191–225. Elsevier Science Inc.
- GRANZIERA, M. L. M. (2002) *Direito de Águas* 256p. Editora Atlas. São Paulo
- HESPANHOL, I. (1997) *Reúso de águas*. In: Simpósio de Pesquisa da Escola Politécnica da USP. A pesquisa na Escola Politécnica da USP. p. 277-280. EPUSP : São Paulo.
- HARRINGTON, H.J. (1999) *A Implementação da ISO 14000: como atualizar o SGA com eficiência*. Editora Atlas, São Paulo, Brasil.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (2002) *Pesquisa nacional de saneamento básico*. 341p. IBGE : Rio de Janeiro - RJ.
- INTERNATIONAL STANDART ORGANIZATION (1999) *ISO 14.031 Environmental management -- Environmental performance evaluation -- Guidelines*
- JAIN, R.K. et al.(1995) *Environmental Assessment*. McGraw-Hill, Inc. New York.
- LANNA, A. E. L (1998) *Instrumentos Econômicos de Gestão Ambiental*. Porto Alegre: IPH – UFRGS. <[www.iph.ufrgs.br](http://www.iph.ufrgs.br)>
- LUNDIN, M et al.(1999) – *A Set of Indicators for the Assesment of Temporal Variations in the Sustainability of Sanitary System*. *Wat. Sci. Tech.* Vol. 39, Nº 5, pp. 235-242, ©1999 IAWQ.
- MACHADO, P. A. L. (2001) - *Direito Ambiental Brasileiro – 9ª ed.* – Editora Malheiros, São Paulo, Brasil.
- MANCUSO, P. C. S.(1992) *O reúso de água e a sua possibilidade na Região Metropolitana de São Paulo*. 132p.Tese – Faculdade de Saúde Publica – São Paulo-SP.
- MAGNANI, M (2000) *Abordagem Integrada de Aspectos Conceituais Relacionados a Adequação Ambiental em Manufatura*. São Carlos. 123p. Dissertação – Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo.
- MARTIN, R. (1998) *ISO 14000 Guidance Manual*. Oak Ridge National Laboratory – University of Tennessee, USA.
- MAZA, C. L (2001) NEPA's influence in developing countries: the Chilean case. *Environmental Impact Assessment Review*, Vol. 21, pp 169–179. Elsevier Science Inc.

- METCALF & EDDY, Inc. (1995) *Wastewater engineering: treatment, disposal and reuse* – 3<sup>rd</sup> ed./revised by George Tchobanoglous – McGraw-Hill, Inc. New York
- MILARÉ, E. (2000) *Direito do Ambiente: doutrina, prática, jurisprudência, glossário* – Editora Revista dos Tribunais, São Paulo, SP
- \_\_\_\_\_. (Coord.) (2002) *Ação Civil Pública: Lei 7.347/1985 - 15 anos* 2<sup>o</sup> ed. revisada e atual. Ed. Revista dos Tribunais : São Paulo – SP.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (2000) *Diagnóstico dos Sistemas Estaduais de Licenciamento Ambiental*. Brasília – DF.
- MONTAÑO, M. (2002) *Os recursos hídricos e o zoneamento ambiental: o caso do município de São Carlos (SP)* 102 p + anexos. Dissertação (Mestrado) EESC-USP São Carlos, SP
- MUKAI, TOSHIO (1998) *Direito Ambiental Sistematizado - 3<sup>a</sup> ed.* - Forense Universitária, Rio de Janeiro, Brasil.
- OMETTO, A.R. (2000) *Discussão sobre os fatores ambientais impactados pelo setor sucroalcooleiro e a certificação socioambiental* São Carlos. 255p. Dissertação – Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo.
- PÁDUA, V. L. (1999) *Investigação experimental visando o emprego de mantas sintéticas não tecidas na filtração de suspensões floculentas no tratamento de água*. 291 p. Tese (Doutorado) EESC-USP São Carlos
- PARKER, C.E (1993) *Evaluation of Innovative Wastewater Treatment Technology* – International Journal of Environmental Studies, Vol. 44, pp.45-52. ©1993 Gordon and Breach Science Publisher S.A.
- PARTIDÁRIO, M. R.(2000) *Indicadores de Qualidade do Ambiente Urbano*. Universidade Nova de Lisboa. Ed. Romulo & Neves. Lda. Lisboa, Portugal,
- PARSEKIAN, M. P. S. (1998) *Análise e proposta de formas de gerenciamento de estações de tratamento de águas de abastecimento* Dissertação. 183p. EESC-USP
- PNUMA (2000) Comitê Brasileiro do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. Informativo N° 54. Rio de Janeiro.



- RANIERI, V. E. L. (2000) *Discussão das potencialidades e restrições do meio como subsídio para o zoneamento ambiental: o caso do município de Descalvado (SP)* 87 p. Dissertação (Mestrado) EESC-USP – São Carlos
- REALI, M. A. P. (Coord.) (1999) *Noções Gerais de Tratamento e Disposição Final de Lodos de Estações de Tratamento de Água*. 250p. Projeto PROSAB. ABES, Rio de Janeiro - RJ.
- REYNOLDS, T. D. and RICHARDS, P. A. (1995) *Unit operations and processes in environmental engineering*. PWS Publishing Company, Boston, MA, USA
- ROELEVELD, P.J. *et al* (1997) – Sustainability of Municipal Wastewater Treatment. *Wat. Sci. Tech.* Vol. 35, Nº 10, pp. 221-228, ©1999 IAWQ.
- SANCHEZ, L. E. (1996) *Os Papéis da Avaliação de Impacto Ambiental*. *Revista de Direito Ambiental*, nro 01 págs 138-155. Editora Revista dos Tribunais - São Paulo - SP
- SANCHEZ, L. E. e DIAS, E. G.C. D (2001) *Implementação das medidas mitigadoras no licenciamento ambiental: Deficiências e caminhos para aprimoramento no estado de São Paulo*. Anais do 5º congresso Internacional de Direito Ambiental, págs 113-150. São Paulo - SP
- SANTILLI, J (2001) *A co-responsabilidade das instituições financeiras por danos ambientais e o licenciamento ambiental*. *Revista de Direito Ambiental*, nº 21, Revista dos Tribunais, São Paulo, SP
- SCALIZE, P. S. O (1997) *Caracterização e clarificação por sedimentação de água de lavagem de filtros rápidos de estações de tratamento de água que utilizam sulfato de alumínio com coagulante primário* – Dissertação de Mestrado - Biblioteca da EESC-USP. São Carlos, Brasil.
- SEGNESTAM, L (1999) *Environmental Performance Indicators*. A Second Edition Note. The World Bank Environment Department. Washington, USA
- SILVA, D. D e PRUSKI, F.F (2000) *Gestão de Recursos Hídricos: aspectos legais, econômicos e sociais*. 695p. Secretaria de Recursos Hídricos – Brasília- DF
- SOUZA, M, P (1996). *Texto de Apoio às Aulas para o Curso de Graduação de Arquitetura e Urbanismo da EESC-USP*. São Carlos. Mimeografado.



- \_\_\_\_\_. (1999). *Contribuições à operacionalização do conceito de sustentabilidade por meio da Política Ambiental*. Tese de Livre-docência, EESC-USP.
- \_\_\_\_\_. (2000), *Instrumentos de Gestão Ambiental: Fundamentos e Prática* – Editora Riani Costa , São Carlos.
- SOUZA, M. P., MAGNANI, M., ROMA, W.N.L., PIRES, E.C. (2000) *Adequação Ambiental* Encarte da Revista Produtos & Serviços: Fábrica do futuro: entenda hoje como vai ser sua indústria amanhã. (Edição especial). p. 29-34. São Paulo : Ed. Banas.
- TOFFEY, W. E. *et al* (1998) *The Lessons of Twenty-Two Years of Biosolids Recycling by The City of Philadelphia Water Department: Diversification and Continual Improvement*. Philadelphia, Pennsylvania – USA.
- \_\_\_\_\_. (1999). *Holistic Water Plant Residuals Quantities & Disposal*. WEF/AWWA Joint Residuals and Biosolids Management Conference. Charlotte, North Carolina, USA.
- TOLBA, M.K (1982) *Development Without Destruction: Evolving Environmental Perceptions*. Tycooly International Publishing LTD, Dublin, Ireland.
- TOMMASI, L. R. (1994). *Estudo de impacto ambiental*, São Paulo: CETESB: Terragraph Artes e Informática.
- TURNER, R.K. (1993) *The Politics of Sustainability*. In: TURNER, R.K. (Edited By). *Sustainable Environmental Economics - Principles and Practice*. New York, Haested Press, p.3-36.
- UPRETI, M. S. (1994) *Environmental Conservation and Sustainable Development Require a New Development Approach*. *Environmental Conservation*, vol. 21, nº1, Spring.
- USEPA (1984) *Environmental Regulations and Technology: Use and Disposal of Municipal Waste Water Sludge*, Washington D.C
- WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO. *Reuse of effluents: methods of wastewater treatment and health safeguards*. Of a WHO meeting of experts. Technical report series. Nº 517. Genebra, 1973