

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**

**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA URBANA**

**SISTEMA DE GESTÃO AMBIENTAL EM ESTAÇÕES DE  
TRATAMENTO DE ESGOTO.  
O CASO DA ETE REMÉDIOS (SALESÓPOLIS – SP)**

**ANDRÉIA GUARACHO RAMOS**

**São Carlos**

**2004**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**

**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA URBANA**

**SISTEMA DE GESTÃO AMBIENTAL EM ESTAÇÕES DE  
TRATAMENTO DE ESGOTO.  
O CASO DA ETE REMÉDIOS (SALESÓPOLIS – SP)**

**ANDRÉIA GUARACHO RAMOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Engenharia Urbana, da Universidade Federal de São Carlos – UFSCar, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Mestre em Engenharia Urbana.

**São Carlos**

**2004**

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da  
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

R175sg

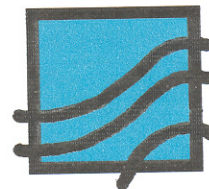
Ramos, Andréia Guaracho.

Sistema de gestão ambiental em estações de tratamento de esgoto. O caso da ETE Remédios (Salesópolis – SP) / Andréia Guaracho Ramos. -- São Carlos : UFSCar, 2004. 133 p.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2004.

1. Problemas no saneamento. 2. Sistema de gestão ambiental. 3. ISO 14.001. 4. Estação de tratamento de esgoto. I. Título.

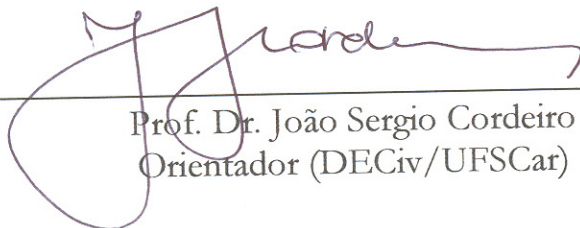
CDD: 363.72(20<sup>a</sup>)



## FOLHA DE APROVAÇÃO

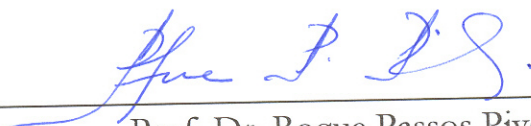
ANDRÉIA GUARACHO RAMOS

Dissertação defendida e aprovada em 13/08/2004  
pela Comissão Julgadora



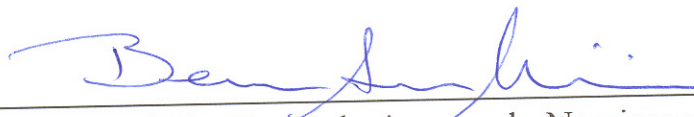
---

Prof. Dr. João Sergio Cordeiro  
Orientador (DECiv/UFSCar)



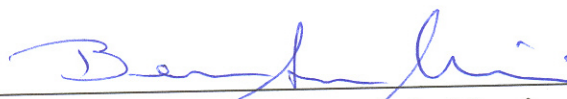
---

Prof. Dr. Roque Passos Piveli  
(Escola Politécnica/USP)



---

Prof. Dr. Bernardo Arantes do Nascimento Teixeira  
(DECiv/UFSCar)



---

Prof. Dr. Bernardo Arantes do Nascimento Teixeira  
Presidente da CPG-EU

*Dedico este trabalho a pessoas muito especiais:*

*Meus pais.*

## AGRADECIMENTOS

*Agradeço* primeiramente a Deus, por ter me dado a vida e a força de vontade para levar adiante mais esta tarefa.

*Agradeço* ao meu orientador, Prof. Dr. João Sérgio Cordeiro, pela confiança, paciência e oportunidade que me deu em desenvolver este trabalho.

*Agradeço* a meus pais e a meu irmão por serem os meus estímulos mais importantes de vida e progresso.

*Agradeço* a meu esposo, que sempre prestou apoio e incentivo incondicional.

*Agradeço*, em especial, à minha amiga Ivana Wuo Pereira pelos esclarecimentos de dúvidas, companheirismo, cumplicidade e, acima de tudo, pelo grande incentivo durante toda a trajetória deste trabalho.

*Agradeço* aos meus amigos Édison Garcia da Silva Junior, Reynaldo Eduardo Young Ribeiro e a toda equipe da Divisão de Operação de Esgoto da Unidade de Negócio Leste da Sabesp, pelo apoio em fornecer dados, depoimentos e informações.

E, finalmente, agradeço aos gerentes da Sabesp pela tolerância, permitindo uma maior flexibilidade do meu horário de trabalho.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>viii</b>
<b>LISTA DE QUADROS.....</b>	<b>x</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....</b>	<b>xi</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>xii</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>xiii</b>
<b>01 -INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>02 -OBJETIVO.....</b>	<b>5</b>
<b>03 -EMBASAMENTO TEÓRICO.....</b>	<b>6</b>
3.1 -Aspectos Gerais.....	6
3.2 -O porquê do Tratamento de Esgoto.....	7
3.3 -A Estação de Tratamento de Esgoto - ETE.....	10
3.4 -Principais Alternativas para o Tratamento de Esgoto a Nível Secundário.....	14
3.4.1 -Disposição no Solo.....	15
3.4.2 -Tratamento Anaeróbio – Fossas Sépticas.....	15
3.4.3 -Tratamento Aeróbio – Filtros Biológicos e Lodos Ativados.....	16
3.4.4 -Lagoas de Estabilização.....	17
3.5 -Comparação entre os Sistemas de Tratamento.....	19
3.6 -Os Resíduos das Estações de Tratamento de Esgoto.....	25
3.6.1 –O Resíduo Sólido.....	26
3.6.1.1 -Alternativas de Disposição Final de Lodos gerados em ETE’s.....	27
3.6.2 –O Resíduo Gasoso.....	28
3.6.2.1 -Alternativas de Destinação do Biogás.....	29
3.7 -Legislação Ambiental e as ETE’s.....	30
3.8 -Gestão Ambiental.....	33
3.9 -Retrospectiva da Gestão Ambiental.....	35
3.10 -A Origem da ISO 14000.....	37
3.11 -A ISO 14000 e o Sistema de Gestão Ambiental.....	39

3.12 -As Etapas para Implantação de um Sistema de Gestão Ambiental.....	44
3.12.1 -Primeira Etapa: Definição da Política Ambiental.....	44
3.12.2 -Segunda Etapa: Planejamento.....	44
3.12.3 -Terceira Etapa: Implantação e Operação.....	45
3.12.4 -Quarta Etapa: Verificação e Ação Corretiva.....	45
3.12.5 -Quinta Etapa: Análise Crítica.....	46
3.13 -Implementação e Certificação de Sistemas de Gestão Ambiental.....	48
3.14 -Gestão de Custos Ambientais.....	51
3.15 -Uso Criterioso dos Recursos da Organização.....	53
3.16 -Benefícios Resultantes da Gestão de Custos Ambientais.....	55
3.17 -Gestão de Pessoas.....	57
3.18 -Análise Crítica do Embasamento Teórico.....	59
<b>04 -PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....</b>	<b>64</b>
<b>05 -DESCRIÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO.....</b>	<b>68</b>
5.1 -Caracterização do Objeto.....	68
5.2 -Histórico da Implantação da ETE Remédios.....	78
5.2.1 -Estudo Demográfico.....	79
5.2.2 -Estudo de Vazões Contribuintes.....	79
5.2.3 -Características do Corpo Receptor.....	80
<b>06 -RESULTADOS.....</b>	<b>82</b>
6.1 -Análise do Funcionamento da ETE Remédios.....	82
6.1.1 -Antes da Implantação do SGA.....	82
6.1.2 -Durante da Implantação do SGA.....	83
6.1.3 -Acompanhamento da Operacionalidade do SGA da ETE Remédios.....	85
6.1.3.1 -Recursos Financeiros Alocados ao Programa.....	85
6.1.3.2 -Recursos Humanos Alocados ao Programa.....	86
6.1.3.3 -Duração do Projeto.....	86
6.1.3.4 -Serviços Externos Contratados.....	88
6.1.3.5 -Diagnóstico Inicial.....	88
6.1.3.6 -Política Ambiental.....	90
6.1.3.7 -Planejamento.....	91



6.1.3.8 -Implementação e Operação.....	95
6.1.3.9 -Treinamento e Conscientização.....	96
6.1.3.10 -Sistema de Comunicação.....	98
6.1.3.11 -Documentação do Sistema de Gestão Ambiental.....	99
6.1.3.12 -Controle Operacional.....	101
6.1.3.13 -Plano de Preparação e Atendimento a Emergências.....	104
6.1.3.14 -Verificação e Ação Corretiva.....	105
6.1.3.15 -Controle de Registros.....	105
6.1.3.16 -Auditorias do Sistema de Gestão Ambiental.....	106
6.1.3.17 -Análise Crítica pela Alta Administração.....	107
6.1.4 -Após a Implantação do SGA.....	107
<b>07 -CONCLUSÕES.....</b>	<b>111</b>
<b>08 -RECOMENDAÇÕES.....</b>	<b>115</b>
<b>09 -REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>116</b>
<b>10 -BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR.....</b>	<b>126</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>129</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Sistema de tratamento de esgotos.....	9
Figura 02 – Aspectos críticos e importantes na seleção de sistemas de tratamento de esgotos em países desenvolvidos e em desenvolvimento.....	12
Figura 03 - Gráfico comparativo entre os principais sistemas de tratamento de esgoto com relação à eficiência de remoção de DBO.....	20
Figura 04 - Gráfico comparativo entre os principais sistemas de tratamento de esgoto com relação à eficiência de remoção de coliformes.....	20
Figura 05 - Gráfico comparativo entre os principais sistemas de tratamento de esgoto com relação a custo de implantação.....	21
Figura 06 - Gráfico comparativo entre os principais sistemas de tratamento de esgoto com relação a custo de operação.....	21
Figura 07 - Gráfico comparativo entre os principais sistemas de tratamento de esgoto com relação a requisitos de área.....	22
Figura 08 - Gráfico comparativo entre os principais sistemas de tratamento de esgoto com relação a requisitos de potência.....	22
Figura 09 - Gráfico comparativo entre os principais sistemas de tratamento de esgoto com relação à quantidade de lodo a tratar.....	23
Figura 10 - Gráfico comparativo entre os principais sistemas de tratamento de esgoto com relação à simplicidade operacional.....	23
Figura 11 – Fases da gestão integrada dos sistemas de esgoto.....	25
Figura 12 – Modelo adaptado de SGA proposto pela NBR ISO 14001.....	47
Figura 13 – Estatística de certificações ISO 14001 no Brasil, por regiões.....	49
Figura 14 - Estatística de certificações ISO 14001 no Brasil, por setor.....	49
Figura 15 – Custos com a não implantação de um SGA.....	56
Figura 16 – Evolução da disposição dos esgotos.....	60
Figura 17 – Número de certificações ISO 14000 no mundo.....	62
Figura 18 – Fluxo do procedimento de trabalho.....	67

Figura 19 – Foto da lagoa facultativa da ETE Remédios.....	68
Figura 20 – Corte transversal da vala de infiltração.....	69
Figura 21 – Foto das valas de infiltração da ETE Remédios.....	70
Figura 22 – Esquema da ETE Remédios.....	76
Figura 23 – Vista aérea da Vila Nossa Senhora dos Remédios e da ETE Remédios.....	77
Figura 24 – Organograma das funções da Divisão de Operação de Esgotos Leste.....	95
Figura 25 – Capa padrão dos documentos do SGA da ETE Remédios.....	100
Figura 26 – “Gerenciador SGA”. Sistema eletrônico de documentação do SGA.....	101
Figura 27 – Planilha para avaliação das instalações da ETE Remédios.....	104

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Eficiência de remoção de poluentes por tipo de tratamento.....	14
Quadro 2 – Disposição final de biossólidos nos Estados Unidos e na Europa.....	28
Quadro 3 – As Normas da Série ISO 14000.....	38
Quadro 4 – Dados operacionais da ETE Remédios.....	70
Quadro 5 – Pontos de monitoramento.....	71
Quadro 6 – Populações de projeto.....	79
Quadro 7 – Vazões contribuintes.....	80
Quadro 8 – Cronograma de implantação do SGA na ETE Remédios.....	87
Quadro 9 – Levantamento de aspectos e impactos ambientais e avaliação do nível de significância – ETE Remédios.....	92
Quadro 10 – Lista de legislação ambiental e outros requisitos ETE Remédios.....	93
Quadro 11 – Cargos com as respectivas responsabilidades e autoridades.....	96
Quadro 12 – Lista mestra de documentação do SGA.....	99
Quadro 13 – Programação de coleta da ETE Remédios.....	103
Quadro 14 - Comparação dos itens de controle antes e após a implantação do SGA.....	109

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APA .....	Área de Proteção aos Mananciais
ABNT .....	Associação Brasileira de Normas Técnicas
BS .....	British Standard
CB .....	Comitê Brasileiro
CEE .....	Comunidade Econômica Européia
CONAMA ....	Conselho Nacional do Meio Ambiente
DEPRN .....	Departamento de Proteção dos Recursos Naturais
DUSM .....	Departamento de Uso do solo Metropolitano
EMAS .....	Eco-Management Audit Scheme
EMBRAPA ...	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ETE .....	Estação de Tratamento de Esgoto
GANAP .....	Grupo de Apoio à Normalização Ambiental
IBGE .....	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ISO .....	International Standardization for Organization
NBR .....	Norma Brasileira
ONG .....	Organização Não Governamental
PDCA .....	Plan, Do, Check, Action
SGA .....	Sistema de Gestão Ambiental
SISNAMA ....	Sistema Nacional do Meio Ambiente
TC .....	Technical Comitee
UFES .....	Universidade Federal do Espírito Santo
WEF .....	Water Environment Federation

## RESUMO

As empresas de saneamento têm como missão o fornecimento de serviços de saneamento básico, especialmente o fornecimento de água de boa qualidade para o suprimento das necessidades de abastecimento doméstico e industrial, bem como a coleta, tratamento e disposição final ou reuso dos esgotos gerados, para garantir as condições de saúde pública para toda a população de sua área de atuação e contribuir para a qualidade ambiental. Estes compromissos, de forte apelo ambiental, podem ser potencializados com a estruturação do Sistema de Gestão Ambiental e a formulação da Política Ambiental da organização.

A deficiência de redes coletoras de esgoto, somada à situação de que somente 10% do esgoto total é tratado no Brasil (IBGE, 2000), evidenciam a má gestão desses sistemas, que é ainda agravado pelo fato de que mesmo esses 10% não estão ambientalmente corretos. As estações de tratamento de esgoto, qualquer que seja o processo adotado, têm características industriais utilizando matéria-prima, insumos, gerando rejeitos e necessitando de recursos humanos preparados para o desempenho de suas atividades e que, muitas vezes, não estão atentando para isso.

Dentro desse cenário, surge a opção pela adoção de um Sistema de Gestão Ambiental, que além de ser um caminho para a preservação da natureza e do homem, através da prevenção da poluição; oferece os meios para a redução de desperdícios, redução de custos e promoção da melhoria contínua dos processos e produtos.

O objetivo principal deste trabalho é, através de um estudo de caso, sendo a metodologia aplicada, analisar as contribuições de um Sistema de Gestão Ambiental numa Estação de Tratamento de Esgoto. Para isso, foram analisadas as etapas de implantação do SGA, nas quais são verificados os requisitos necessários para a implantação da NBR ISO 14001. Através desta análise, conclui-se que a certificação de conformidade com a NBR ISO 14001 não garante a qualidade ambiental, porém um Sistema de Gestão Ambiental sistematizado contribui para uma gestão capaz de alertar e visualizar como as atividades de uma Estação de Tratamento de Esgoto podem exercer interferências negativas sobre o meio ambiente e tornar essas atividades sustentáveis ambientalmente.

## ABSTRACT

The sanitation companies have as mission the supply of services of basic sanitation, especially the water supply of good quality for the suppliment of the necessities of domestic and industrial supplying, as well as the collection, treatment and final disposal of the generated sewers, to guarantee the conditions of public health for all the population of its area of performance and to contribute for the ambient quality. These commitments, fort I appeal ambient, can be strengthened, with the implement of a System of Ambient Management and with the formularization of the Ambient Politics of the organization.

The deficiency of collecting nets of sewer, added to the situation that 10% of the total sewer are only dealt with, in Brazil (IBGE, 2000), evidences the bad management of these systems, that still is aggravated to the situation of that exactly these 10% are not ambiently correct. The stations of treatment of sewer, any that is the adopted process, have industrial characteristics using raw material; input; generating waste and needing prepared human resources for the performance of its activities and that many times are not attempting against for this.

Inside of this scene, the option for the adoption of a System of Ambient Management appears, that besides being a way for the preservation of the nature and the man; through the prevention of the pollution; it offers the half ones for the reduction of wastefulnesses, reduction of costs and promotion of the continuous improvement of the processes and products.

The main objective of this work is; through a case study, being the applied methodology; to analyze the contributions of a System of Ambient Management in a Station of Treatment of Sewer. For this, the stages of implantation of the SGA were analyzed, where if it verifies the necessary requirements for the implantation of NBR ISO 14001. Through this analysis one concludes that the certification of conformity with NBR ISO 14001, does not guarantee the ambient quality, however, a systemize System of Ambient Management contributes for a management capable to alert and to visualize as the activities of a Station of Treatment of Sewer can exert negative interferences on the environment and become these sustainable activities ambiently.

## **1. INTRODUÇÃO**

O saneamento ambiental é reconhecido, hoje, como fundamental e imprescindível para o desenvolvimento econômico e social, para manutenção da saúde humana e para proteção e melhoria da qualidade ambiental. Os progressos obtidos nessa área, associados às conquistas científicas, especialmente na área de saúde, possibilitaram a quase erradicação das diversas doenças de veiculação hídrica, aumentando a expectativa de vida da população e melhorando muito o nível de conforto das comunidades.

Mesmo sendo uma atividade nitidamente de proteção ambiental, as Estações de Tratamento de Esgoto, parte integrante do saneamento básico, possuem um alto potencial poluidor, devendo ser reconhecidas como tal e corretamente gerenciadas pelas empresas de saneamento, sejam elas públicas ou privadas.

Gestão baseada na simples construção e disponibilização de Estações de Tratamento de Esgoto, somente para atender a demanda e “parte” da legislação ambiental vigente não é o suficiente. Mais que isso, a questão engloba a necessidade de novos paradigmas e encerra a mudança da visão de setor para uma visão sistêmica, na qual diversos aspectos do esgotamento sanitário devem ser analisados, tais como: a utilização racional da água, de energia e de produtos químicos, a geração de subprodutos, a disposição adequada de rejeitos, a ocupação e o uso adequado do solo, a observância, manutenção e melhoria da capacidade de depuração dos corpos receptores, a promoção de educação ambiental para o efetivo envolvimento da comunidade, a capacitação dos recursos humanos, o aprimoramento dos sistemas de tratamento de esgoto existentes e o desenvolvimento de novos processos, entre outros.

Contudo, o estado atual do gerenciamento das Estações de Tratamento de Esgoto, enfrenta problemas por não possuírem um Sistema de Gestão Ambiental (SGA)



implantado, tais como: entraves burocráticos com conseqüente morosidade nas decisões, descontinuidades das ações provocadas pelas freqüentes mudanças políticas nas organizações públicas, cultura de gestão antiquada baseada em apenas cumprir leis, visão de investimentos baseados em resultados imediatos, recursos humanos não comprometidos em assegurar um posicionamento que reflita o compromisso do saneamento com o desenvolvimento voltado para a proteção do meio ambiente, bem como as comunidades não atuantes, por falta de treinamento em educação ambiental.

As estações de tratamento de esgotos têm sido implantadas fundamentalmente para “despoluição” dos efluentes, obedecendo a padrões de lançamentos exigidos pela legislação vigente, além de contínua correção de problemas de ordem técnica e operacional, demonstrando que há ainda um longo e difícil caminho a percorrer para alcançar um sistema de gestão ambiental.

Os visíveis comprometimentos do meio ambiente levaram as autoridades políticas, a comunidade e os responsáveis pelas organizações produtivas a refletirem, de forma integrada, com vistas à mudança de postura e conscientização global.

O resultado é a elaboração e desenvolvimento contínuo de uma farta legislação e um conjunto de normas, contribuindo como instrumentos de planejamento e gestão, fornecendo diretrizes quanto ao controle, ao uso e à disposição dos resíduos, após o uso, com potencial de provocar impactos negativos sobre o meio ambiente.

Assim, a redobrada atenção ao desenvolvimento de instrumentos de gestão ambiental, que possibilitem promover o manejo adequado do pós-uso da água, pressupõe na identificação de ações, que buscam a sustentabilidade ambiental para projetar e implantar novas unidades de tratamento de esgotos com visão abrangente do sistema, contemplando o tratamento dos rejeitos com o reuso e recuperação das águas e disposição adequada dos resíduos.

As questões relativas à preservação ambiental ocupam, hoje, significativa parcela de investimentos e esforços dos vários segmentos da atividade econômica. Os processos de gestão ambientais vêm refletindo mudanças de conscientização e

comprometimento dos gestores e dos colaboradores, dando ênfase à prevenção de impactos ambientais através de programas integrados.

A estruturação de um Sistema de Gestão Ambiental, baseado na Norma NBR ISO 14001, além de ser um caminho necessário para a conservação da natureza e do homem, através da prevenção da poluição e minimização de impactos ambientais, oferece os meios para redução de desperdícios e de custos, bem como, para promoção da melhoria contínua.

A NBR ISO 14001 é um instrumento relativamente recente. As indústrias vêm respondendo com mais rapidez à implantação deste sistema, até em função do mercado. Já, os Sistemas de Saneamento são mais vagarosos pela própria inércia.

O certificado ISO 14001 atesta que a organização segue as normas que estabelecem exigências e orientação para o desenvolvimento sustentável. Todo desenvolvimento provoca impacto ambiental. Um dos aspectos do desenvolvimento sustentável é a forma como as organizações devem trabalhar para reduzir, a níveis aceitáveis, o impacto que elas provocam sobre o meio ambiente. Tal como a ISO 9000, a ISO 14001 também exige que a organização possua um sistema de gestão voltado à proteção ambiental, chamado de Sistema de Gestão Ambiental. O SGA fixa as exigências ambientais que as organizações têm que atender.

A finalidade principal de um Sistema de Gestão Ambiental é a de fornecer à organização um processo estruturado e um contexto de trabalho, com os quais ela possa alcançar e controlar sistematicamente o nível de desempenho ambiental que estabelecer para si. O nível real de desempenho, os sucessos e o resultado em relação a todo o entorno, depende do contexto econômico, da regulamentação e de outras circunstâncias que impactam direta e indiretamente o processo.

O Sistema de Gestão Ambiental, baseado na Norma NBR ISO 14001, tem a característica de promover a integração das equipes e a satisfação dos clientes internos e externos, na medida em que atua agilizando o sistema de informações, padronizando atividades e procedimentos, ampliando a consciência ambiental dos colaboradores e da sociedade, traz, ainda, oportunidades de redução de custos, ou

mesmo, ganhos devido ao melhor gerenciamento dos resíduos gerados pela atividade produtiva, além de contribuir para ações de minimização dos impactos ambientais, o que implica na melhoria da imagem das organizações perante a opinião pública.

Uma questão que necessita ser refletida profundamente, e que talvez seja um impulso para grandes transformações, é a seguinte: O fato de se ter uma Estação de Tratamento de Esgoto garante um sistema ambientalmente adequado?

Neste sentido, a aplicação do SGA, baseado na NBR ISO 14001, na ETE Remédios permite redobrada atenção ao desenvolvimento de instrumentos de gestão ambiental, que possibilitem promover o manejo adequado do pós-uso da água, pressupondo na identificação de ações que buscam a sustentabilidade ambiental para projetar e implantar novas unidades de tratamento de esgotos, com visão abrangente do sistema, contemplando o tratamento dos rejeitos com o reuso e recuperação das águas e disposição adequada dos resíduos.

## **2. OBJETIVO**

O presente trabalho tem como objetivo geral avaliar a Gestão Ambiental em Sistemas de Tratamento de Esgotos e analisar as linhas iniciais para a formulação de um Sistema de Gestão Ambiental, baseado na Série de Normas NBR ISO 14000, visando a ampliação da visão sobre aspectos ambientais que essas plantas pressupõem, através do estudo de caso da ETE Remédios, que utiliza um sistema de lagoa facultativa seguida de valas de infiltração.

Como objetivos específicos foram estabelecidos:

1. Acompanhar a implantação de um Sistema de Gestão Ambiental, baseado na Série de Normas NBR ISO 14000, em uma Estação de Tratamento de Esgoto;
2. Analisar as contribuições deste Sistema de Gestão Ambiental, visando a disseminação dessa prática a outras Estações de Tratamento de Esgoto.

### **3. EMBASAMENTO TEÓRICO**

#### **3.1 Aspectos Gerais**

O planejamento, bem como a construção de um sistema de esgotamento sanitário eficiente numa cidade, seja ela de pequeno, médio ou grande porte, é um desafio para os administradores, porém necessário e urgente que aponta para estatísticas de elevado impacto social, uma vez que em curto espaço de tempo, se alcança índices extremamente favoráveis dentro da área da saúde pública e a conseqüente melhoria da qualidade de vida da população.

Além de causar doenças e morte, especialmente entre populações menos favorecidas, a falta de esgotamento sanitário, por si só, gera o aumento das despesas com saúde, maior número de internações hospitalares (dados do Ministério da Saúde de 2001 indicam que cerca de 70% das internações hospitalares estão relacionadas com doenças de veiculação hídrica, que por sua vez estão diretamente ligadas à ausência de tratamento de esgotos sanitários), maior dispêndio de recursos da Previdência Social (cada dólar investido em saneamento proporciona a economia de cinco dólares na área da saúde), aumento da mortalidade infantil, redução da capacidade de trabalho e crescimento do desemprego. (AISSE, 2000).

A pesquisa do IBGE, realizada em 2000 e divulgada em março de 2002, apresentou um quadro dramático no Brasil. Quase 20 milhões (64%) de lares brasileiros não eram atendidos por rede de abastecimento de água e 52,2% de domicílios não tinham acesso a sistemas de coleta de esgoto sanitário. 49% do esgoto produzido é coletado através de rede e somente 10% do esgoto total é tratado.

O resultado é que as regiões metropolitanas e grandes cidades concentram altos volumes de esgoto, que é despejado sem tratamento nos rios e mares

que servem como corpos receptores. Em conseqüência, a poluição das águas que cercam nossas maiores áreas urbanas é bastante elevada, dificultando e encarecendo, cada vez mais, a própria captação de água para abastecimento.

Nesse contexto, a implantação de estações de tratamento de esgotos eficiente é extremamente importante para a remoção dos principais poluentes presentes nas águas residuárias, retornando-as ao corpo d'água sem alteração de sua qualidade.

### **3.2 O porquê do Tratamento de Esgoto**

O homem sempre se preocupou em afastar de si os resíduos de suas atividades. Inicialmente, esse problema tinha pouca importância, em razão da baixa densidade demográfica no planeta. A natureza tem condições de promover o “tratamento” dos esgotos, desde que não ocorra sobrecarga e que haja boas condições ambientais que permitam a evolução, reprodução e crescimento de organismos que decompõem a matéria orgânica. Em outras palavras, o tratamento biológico de esgotos é um fenômeno que pode ocorrer naturalmente no solo ou na água, uma vez que predominem condições apropriadas. Uma estação de tratamento de esgotos é, em essência, um sistema que explora esses mesmos organismos que proliferam no solo e na água (CAMPOS, 1999).

Quando surgiram comunidades, grandes vilarejos e depois cidades, a fixação se deu, preferencialmente, junto aos corpos d'água, já que este insumo é indispensável à vida. Criou-se assim, a necessidade de coletar o esgoto e, em seguida, tratá-lo. O crescimento desordenado das grandes cidades tem contribuído para dificultar a aplicação de soluções simples e baratas em saneamento.

As sociedades humanas têm convivido com os problemas gerados pela falta de cuidados com os esgotos, de maneira muito mais freqüente do que solucionado de forma racional a destinação de seus despejos (LA ROVERE, 2002).

De acordo com CORDEIRO (2001),

“...o saneamento ambiental exige hoje ações com visão abrangente e sistêmica de integração entre os diversos sistemas de saneamento básico: abastecimento de água, coleta e destinação adequada de resíduos sólidos e líquidos, águas pluviais e gerenciamento ambiental integrado ao uso e ocupação do solo. Essas ações somente poderão ter sucesso, se desenvolvidas com objetivos comuns e trabalhadas conjuntamente, o que significa mudança efetiva nos padrões de gerenciamento do setor”.

É preciso repensar o papel das empresas de saneamento e, também, os sistemas de tratamento dos esgotos, desde o simples afastamento realizado através de rede coletora e disposição final, nos quais se conta com a capacidade autodepuradora do corpo receptor, até os sistemas de tratamento e reintegração à natureza dos nutrientes que compõem o esgoto.

De acordo com VON SPERLING (1996),

“...a estação de tratamento de esgotos deve ser entendida como uma indústria, transformando uma matéria-prima (esgoto bruto) em um produto final (esgoto tratado). Os mesmos cuidados, a busca de otimização e qualidades dos serviços das indústrias modernas devem estar presentes nesta indústria de tratamento de esgotos”.

Entender o tratamento de esgoto como um processo industrial é, portanto, o primeiro passo para refletir sobre o papel do mesmo na sociedade. O que antes era visto como um “meio para diminuir o incômodo”, passa a representar um papel de produção de um bem, de um produto. Esse bem, é o esgoto tratado, fundamental para a saúde dos indivíduos da sociedade atendida pelo tratamento e para o equilíbrio ecológico das áreas circunvizinhas a este.

O tratamento de esgoto insere-se num sistema de esgotamento sanitário como mostra a Figura 1.

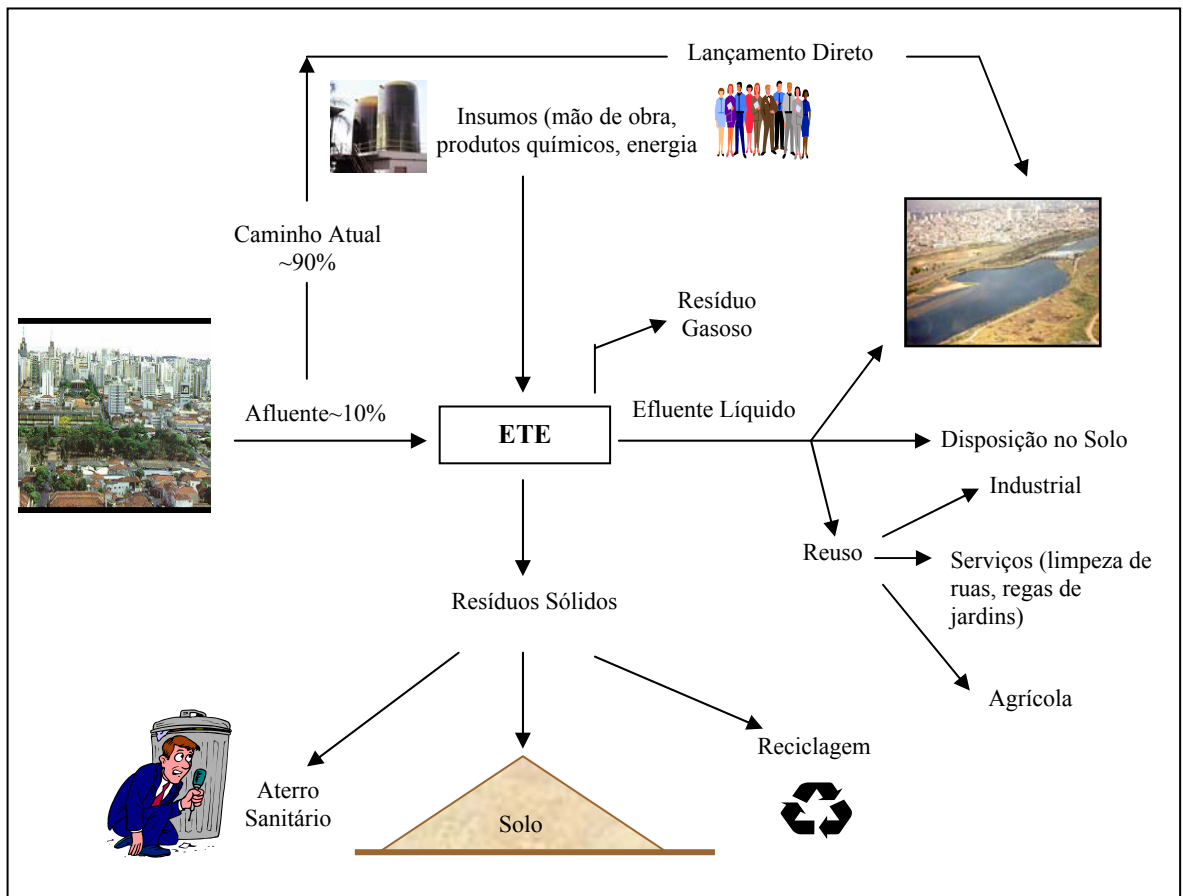


Figura 1 – Sistema de tratamento de esgotos

A Figura 1 mostra a realidade da maioria das cidades brasileiras, que lançam seus esgotos diretamente nos corpos d'água. De acordo com a pesquisa do IBGE, 2000, verifica-se que no Brasil apenas cerca de 40% da população urbana é servida com redes coletoras de esgoto, sendo a situação da população rural ainda mais grave. Outro fato, também decepcionante, reside na constatação de que apenas cerca de 10% dos esgotos são submetidos a algum tipo de tratamento e, mesmo estes, com gestão muito longe da eficiência.

Os resíduos sólidos gerados nas estações são causadores de diversos problemas ambientais pela sua disposição inadequada, em muitos casos são depositados diretamente no solo, não havendo, portanto, uma política de reciclagem e uso. O próprio efluente líquido tratado, que é lançado nos corpos d'água, ou mesmo, infiltrado no solo,



muitas vezes não atendem às exigências legais, sem contar com a ausência de políticas de reuso.

O que ocorre é a falta de planejamento para esses sistemas, de modo que as etapas de projeto, operação e manutenção pudessem ser avaliadas por uma gerência que tenha visão holística da “indústria de tratamento de esgoto”.

O grande desafio na gestão desses sistemas é a minimização dos resíduos, no sentido de melhorar as questões ambientais. Um sistema de gestão ambiental, aplicado em ETE's, visa justamente através do estabelecimento de políticas, objetivos e metas, a equalização de questões de redução, reutilização e recuperação, passando a ser fatores decisivos em todo o processo.

### **3.3 A Estação de Tratamento de Esgotos - ETE**

Durante os últimos anos, verificou-se uma verdadeira evolução nos conceitos concernentes do tratamento de esgotos, com o crescimento do número de alternativas para o tratamento e o desenvolvimento da tecnologia de projeto, construção e operação das ETE's. (CAMPOS, 1994).

De acordo com MENDONÇA (1990), os esgotos são o resultado dos despejos hídricos de uma comunidade ou de uma indústria, ou mesmo, originados da coleta de águas pluviais.

Os esgotos que são produzidos em uma cidade e chegam à ETE são basicamente de três fontes distintas (BARROS, 1995):

- Esgotos Sanitários (incluindo residências, instituições e comércio): o conceito de vazão doméstica engloba usualmente os esgotos produzidos nos domicílios, nas atividades comerciais e institucionais, normalmente componentes de uma localidade;
- Águas de Infiltração: a infiltração no sistema de esgotamento ocorre através de tubos defeituosos, conexões, juntas ou paredes de poços de visita. A qualidade da água infiltrada depende de diversos fatores, como

tipo de tubulação, tipo de junta empregada, extensão de redes coletoras, área servida, tipo de solo, profundidade do lençol freático e densidade populacional;

- Efluente Industrial (diversos tipos de indústria): são despejos nos quais há predominância de esgotos industriais, sendo extremamente diversos e provenientes de qualquer utilização da água para fins industriais.

Antes de se iniciar a concepção e o dimensionamento do sistema de tratamento de esgotos, deve-se caracterizar, com clareza, os objetivos do tratamento (para atender um esgoto sanitário e/ou industrial), os níveis de tratamento dos esgotos e os estudos de impacto ambiental do corpo receptor.

No campo de tecnologias para tratamento de esgotos, a escolha entre as diversas alternativas disponíveis é ampla e depende de vários fatores. Dentre eles estão: a área disponível para a implantação da ETE, a topografia dos possíveis locais de implantação e das bacias de drenagem e esgotamento sanitário, os volumes diários a serem tratados e variações horárias e sazonais da vazão de esgotos, as características do corpo receptor de esgotos tratados, a disponibilidade e o grau de instrução da equipe operacional responsável pelo sistema; a disponibilidade e custos operacionais de consumo de energia elétrica, o clima e variações de temperatura da região, a eficiência e confiabilidade do sistema, a vida útil e a disponibilidade de locais e/ou sistemas de reaproveitamento e/ou disposição adequada dos resíduos gerados pela ETE, o investimento de capital, a expectativa da comunidade afetada e o atendimento a requisitos legais.

Não há fórmulas generalizadas para tal, e o bom senso ao se atribuir a importância relativa de cada fator é essencial. Ainda que o lado econômico seja fundamental, deve-se lembrar que nem sempre a melhor alternativa é simplesmente a que apresenta o menor custo em estudos econômicos-financeiros. A escolha deve ser a mais adequada à realidade local.

A Figura 2 apresenta uma comparação entre aspectos de importância na seleção dos sistemas de tratamento, analisados em termos de países desenvolvidos e em desenvolvimento, conforme classificação mundial.

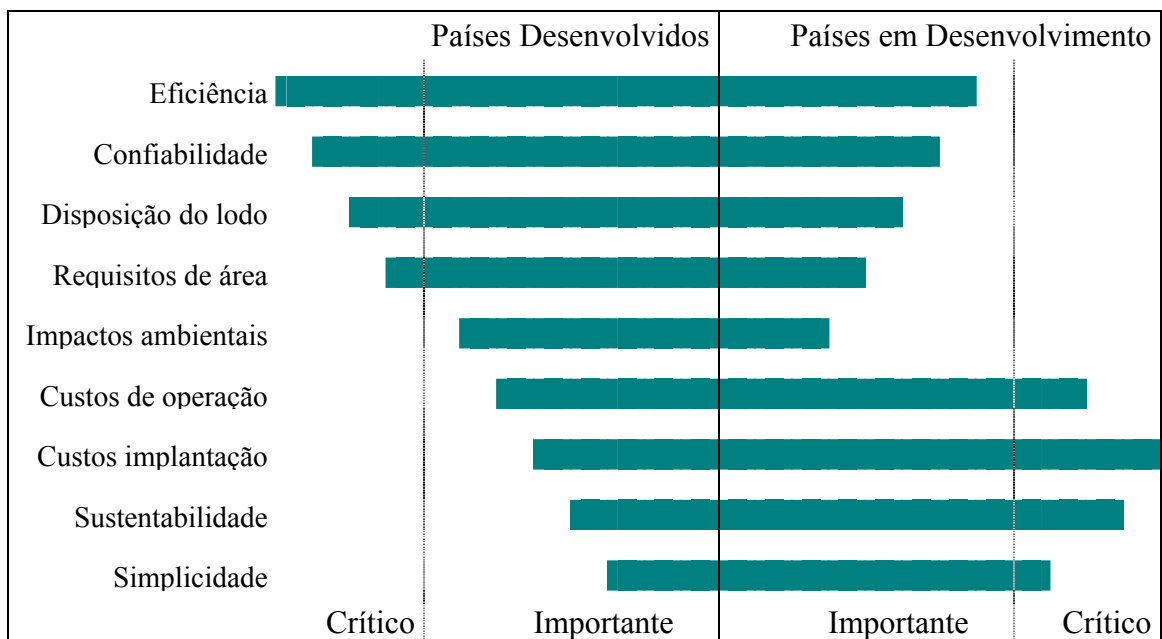


Figura 2 – Aspectos críticos e importantes na seleção de sistemas de tratamento de esgotos em países desenvolvidos e em desenvolvimento (VON SPERLING, 1995b).

A comparação é forçosamente bastante geral, devido à especificidade de cada país e aos altos contrastes usualmente observáveis nos países em desenvolvimento. Os itens estão organizados numa ordem decrescente de importância para os países desenvolvidos, sendo críticos para estes: eficiência, confiabilidade, aspectos de disposição do lodo e requisitos de área. Nos países em desenvolvimento, os itens estão organizados de uma maneira similar quanto ao decréscimo de importância, possuindo uma menor magnitude comparado aos países desenvolvidos. Os itens críticos para os países em desenvolvimento são: custos de implantação e operação, sustentabilidade e simplicidade do sistema de tratamento.

O grau de remoção dos poluentes no tratamento, de forma a adequar o lançamento a uma qualidade desejada ou ao padrão de qualidade vigente, está associado aos conceitos de nível do tratamento e eficiência do tratamento.

Usualmente, consideram-se os seguintes níveis para o tratamento de esgotos (Von Sperling, 1996):

- Tratamento Preliminar: destina-se a remoção de sólidos grosseiros em suspensão ( materiais de maiores dimensões e o sólidos decantáveis como areia e gordura). São utilizados apenas mecanismos físicos (gradeamento e sedimentação por gravidade) como método de tratamento. Esta etapa tem a finalidade de proteger as unidades de tratamento subseqüentes e dispositivos de transporte como, por exemplo, bombas e tubulações, além de proteção dos corpos receptores quanto aos aspectos estéticos.
- Tratamento Primário: destina-se a remoção dos sólidos sedimentáveis e de pequena parte da matéria orgânica, utilizando-se de mecanismos físicos como método de tratamento.
- Tratamento secundário: são geralmente constituídos por reatores biológicos, remove grande parte da matéria orgânica, podendo remover parcela dos nutrientes como nitrogênio e fósforo. Os reatores biológicos empregados para essa etapa do tratamento reproduzem os fenômenos naturais da estabilização da matéria orgânica que ocorreriam no corpo receptor.
- Tratamento Terciário: são geralmente constituídos de unidade de tratamento físico-químico, tem como finalidade a remoção complementar da matéria orgânica, dos nutrientes, de poluentes específicos e a desinfecção dos esgotos tratados. O tratamento terciário é bastante raro no Brasil.

Quadro 1 – Eficiência de remoção de poluentes por tipo de tratamento

<b>Tipo de tratamento</b>	<b>Matéria orgânica (% remoção DBO)</b>	<b>Sólidos em suspensão (% remoção SS)</b>	<b>Nutrientes (% remoção nutrientes)</b>	<b>Bactérias (% remoção)</b>
Preliminar	5-10	5-20	Não remove	10-20
Primário	25-50	40-70	Não remove	25-75
Secundário	80-95	65-95	Pode remover	70-99
Terciário	40-99	80-99	Até 99	Até 99,999

Fonte: Jordão & Pessoa, 1995.

### 3.4 Principais Alternativas para o Tratamento de Esgoto a Nível Secundário

Os processos de tratamento secundários mais comumente utilizados no Brasil são os sistemas de lagoas de estabilização, os sistemas de lodo ativados, os filtros biológicos aeróbios, os sistemas anaeróbios (reatores e filtros anaeróbios) e os sistemas de disposição no solo.

De acordo com VON SPERLING (1996), o tratamento secundário geralmente inclui unidades para tratamento preliminar, mas pode, ou não, incluir as unidades para tratamento primário.

A essência do tratamento secundário de esgotos é a inclusão de uma etapa biológica. Esses processos são concebidos de forma a acelerar os mecanismos de degradação, que ocorrem naturalmente nos corpos receptores. Assim, a decomposição dos poluentes orgânicos degradáveis é alcançada em condições controladas, em intervalos de tempo menores do que nos sistemas naturais.

Os processos de tratamento de esgotos podem ser divididos entre sistemas simplificados (sem mecanização) e sistemas mecanizados. Dentre os sistemas simplificados estão as lagoas de estabilização, os sistemas de disposição no solo e os sistemas anaeróbios. Nos sistemas mecanizados, encontram-se as lagoas aeradas, os sistemas aeróbios com biofilmes e os sistemas de lodos ativados e variantes (VON SPERLING, 1996).

### **3.4.1 Disposição no Solo**

Uma opção é a aplicação dos esgotos no solo, fornecendo água e nutrientes necessários para o crescimento das plantas. Parte do líquido é evaporado, parte pode infiltrar no solo e parte é absorvida pelas plantas. Em alguns processos, a infiltração é baixa, saindo esgotos tratados na extremidade oposta do terreno. Os sistemas de disposição no solo requerem áreas superficiais bastante elevadas.

A disposição de esgotos no solo pode se dar por três processos: por irrigação, por infiltração/percolação ou por escoamento superficial (METCALF & EDDY, 1991).

### **3.4.2 Tratamento Anaeróbio – Fossas Sépticas**

O sistema de fossas sépticas possui menores dimensões devido à sua condição anaeróbia. É menos eficiente que os sistemas aeróbios, porém há uma baixa produção de lodo e este já sai estabilizado. Por ser um processo anaeróbio, há a possibilidade de geração de maus odores, mas esta pode ser evitada por um projeto, planejamento e manutenção adequados. A fossa séptica possui pouca eficiência e, geralmente, é utilizada com processo complementar. O efluente passa através da fossa e a matéria orgânica sedimentável forma um lodo de fundo, que sofrerá digestão anaeróbia. Este já sai estabilizado, porém com muitos patogênicos. O filtro anaeróbio é constituído por um leito, normalmente de pedras, onde se forma uma película de bactérias. O efluente entra na parte inferior do filtro e atravessa o leito em um fluxo ascendente. Por isso o leito é afogado, ou seja, os vazios são preenchidos com o efluente. Este motivo e, também, a alta concentração de matéria orgânica por unidade de volume fazem com que as bactérias envolvidas neste processo sejam anaeróbias. Por ser um processo anaeróbio, as dimensões do filtro são reduzidas e a unidade é fechada (VON SPERLING, 1995a).

No sistema de reator, a biomassa cresce dispersa no meio, formando pequenos grânulos. A concentração de bactérias é bastante elevada, formando uma manta de lodo. O efluente entra pela parte inferior do reator e possui fluxo ascendente. No topo do reator há uma estrutura cônica ou piramidal. Esta possibilita a separação dos

gases resultantes do processo anaeróbio (gás carbônico e metano) da biomassa, que sedimenta no cone sendo devolvida ao reator, e do efluente. A área deste sistema é bastante reduzida devido a alta concentração das bactérias. A produção de lodo é baixa e este já sai estabilizado. Os maus odores podem ser evitados com um projeto adequado (VON SPERLING, 1995a).

### **3.4.3 Tratamento Aeróbio - Filtros Biológicos e Lodos Ativados**

O filtro biológico é constituído de um leito que pode ser de pedras, ripas ou material plástico/sintético. O efluente é lançado sobre este por meio de braços rotativos e percola através das pedras (ou outro material), formando sobre estas uma película de bactérias. O esgoto passa rapidamente pelo leito em direção ao dreno de fundo, porém a película de bactérias absorve uma quantidade de matéria orgânica e faz sua digestão mais lentamente.

É considerado um processo aeróbio, uma vez que o ar pode circular entre os vazios do material que constitui o leito, fornecendo oxigênio para as bactérias. Quando a película de bactérias fica muito espessa, os vazios diminuem de dimensões e a velocidade com que o efluente passa, aumenta. Devido a isso, surgem forças cisalhantes que fazem com que a película se desgarre do material.

Os filtros podem ser: filtros biológicos de baixa carga e filtros biológicos de alta carga (VON SPERLING, 1995a).

O sistema de lodos ativados não exige grandes requisitos de áreas como, por exemplo, as lagoas. No entanto, há um alto grau de mecanização e um elevado consumo de energia elétrica e produção de lodo. O tanque de aeração ou reator, o tanque de decantação e a recirculação de lodo são partes integrantes deste sistema. O efluente passa pelo reator, onde ocorre a estabilização de grande parte da matéria orgânica e, depois, pelo decantador, de onde sai clarificado após a sedimentação dos sólidos (biomassa), que formam o lodo de fundo. Este é formado por bactérias ainda ávidas por matéria orgânica, que são enviadas novamente para o reator (através da recirculação de lodo). Com isso, há um aumento da concentração de bactérias em suspensão no tanque de aeração, para ser ter uma idéia, esta é mais de 10 vezes maior

do que a de uma lagoa aerada de mistura completa sem recirculação. Porém, uma taxa equivalente ao crescimento das bactérias (lodo biológico excedente) deve ser retirada, pois se fosse permitido que as bactérias se reproduzissem continuamente, alguns problemas poderiam ocorrer (VON SPERLING, 1997).

A presença de biomassa no efluente final devido a dificuldade de sedimentar em um decantador secundário sobrecarregado e a dificuldade de transferência de oxigênio para todas as células no reator são exemplos destes.

A alta eficiência deste sistema é, em grande parte, devido a recirculação de lodo. Esta permite que o tempo de detenção hidráulico diminua e, conseqüentemente, também o reator possua pequenas dimensões. A recirculação de sólidos ocasiona da mesma forma, com que os sólidos permaneçam mais tempo no sistema que a massa líquida. Este tempo de permanência da biomassa no sistema é chamado de Idade do Lodo.

Além da matéria orgânica carbonácea, o sistema de lodos ativados pode remover também nitrogênio e fósforo, porém a remoção de coliformes é, geralmente, baixa, devido ao pequeno tempo de detenção hidráulico e normalmente insuficiente para o lançamento no corpo receptor.

O sistema de lodos ativados possui algumas variantes, tais como: sistema de lodos ativados convencional; sistema de lodos ativados de aeração prolongada; sistema de lodos ativados de fluxo intermitente ou batelada (VON SPERLING, 1997).

#### **3.4.4 Lagoas de Estabilização**

Dentre os processos de tratamento biológico de esgoto sanitário mais utilizados no Brasil, as lagoas de estabilização assumem posição de destaque. Esta ampla aceitação decorre do seu baixo custo de implantação e, principalmente, da grande simplicidade operacional, da facilidade de construção e manutenção, além da sua satisfatória resistência a variações de carga.

As lagoas de estabilização são basicamente tanques em terras, projetadas dentro de critérios técnicos e científicos, com a intenção de tratar águas residuárias



brutas ou efluentes pré-tratados. Elas recebem uma variedade de águas residuárias sanitárias e resíduos industriais complexos e funcionam sob uma ampla variação de condições ambientais (MIDDLEBROOKS, 1987).

Os resíduos são submetidos à degradação biológica natural, envolvendo principalmente bactérias e algas (PEARSON, 1995), de maneira a estabilizar, ou seja, mineralizar o máximo possível de sua carga orgânica e destruir microorganismos patogênicos e não patogênicos nelas existentes.

Segundo DOREGO e LEDUC (1996),

“...as lagoas de estabilização são modeladas para conter águas residuárias, até que o efluente desejado seja obtido através da ação dos microorganismos presentes no sistema. O processo de tratamento é realizado pela capacidade destes microorganismos de quebrar as moléculas orgânicas complexas em substâncias inorgânicas mais simples no processo de síntese celular” (MARA E PEARSON, 1986; MARQUES E D'AVILA, 1995).

As lagoas de estabilização, dependendo do sistema, baseiam-se em dois princípios fundamentais: respiração e fotossíntese. O primeiro constitui-se no processo pelo qual os microrganismos conseguem sintetizar a matéria orgânica. A maior parte dos seres fotossintetizantes, que são todos vegetais, desprende oxigênio no meio, como subproduto de sua atividade. Estabelece-se assim, uma simbiose, no qual os organismos fotossintetizantes estabilizam a matéria orgânica, liberando oxigênio no meio, e os organismos heterótrofos alimentam-se da matéria orgânica, utilizam o oxigênio para sua oxidação e liberação de gás carbônico (CO<sub>2</sub>) necessário à fotossíntese.

O sistema de lagoas de resíduos orgânicos tem sido considerado como uma das soluções mais convenientes para o tratamento dos mesmos, nos casos de médios e grandes produtores. Principalmente nos países em desenvolvimento, em virtude de sua alta eficiência, quando bem manipulado apresenta custos de operação muito inferiores aos das estações convencionais de tratamento de águas residuárias. Além disso, os sistemas de lagoas estão associados a uma simples operação, sem

necessidade de pessoas qualificadas (MARA E PEARSON, 1986; MARQUES E D'AVILA, 1995).

Para MORENO et al (1988) e MENDONÇA (1990), sistemas de lagoas de estabilização são considerados entre os métodos de tratamento de águas residuárias e industriais como os mais fáceis, econômicos e “eficientes”. Suas vantagens em relação a outros tipos de tratamento têm sido destacadas como: alta remoção da carga orgânica, redução de coliformes fecais, além dos custos de investimento e manutenção mínimos. Para CLARK et al (1976), TELTSCH e KATZNELSON (1978) e CRONHOLM (1980), além do baixo custo de construção e manutenção, alia-se, também, as reduções de riscos de contaminação, devido à diminuição de microorganismos fecais. Já os processos convencionais necessitam de habilidade na operação, além do alto consumo de energia elétrica (POLPRASERT et al, 1992).

ARTHUR (1983), MARA e PEARSON (1986) e MARQUES e D'ÁVILA (1995) apontam as principais vantagens dos sistemas de lagoas sobre outros métodos de tratamento de resíduos orgânicos, tais como: alta eficiência no tratamento, flexibilidade e “simplicidade” no sistema e baixo custo. Como desvantagem, as principais causas são atribuídas à necessidade de grande área para sua construção e à presença de algas no efluente final (VON SPERLING, 1996a).

### **3.5 Comparação entre os Sistemas de Tratamento**

Uma comparação esquemática entre os principais sistemas de tratamento, na forma de diagrama de barras, é apresentada a seguir através das Figuras 3 à 10.

Os processos de um sistema (ex. os diversos tipos de lagoas) estão condensados em uma mesma barra. O objetivo principal é apenas uma visão geral dos diversos sistemas, sem levar em consideração as especificidades de cada processo.

Tais gráficos foram montados através do levantamento de vários dados com intuito de ilustrar a variabilidade que existe entre os diversos sistemas de tratamento de esgotos (VON SPERLING, 1996).

Na Figura 3, pode-se observar que referente à eficiência de remoção de DBO, os tipos de tratamento como disposição no solo e de lodos ativados são mais recomendados.

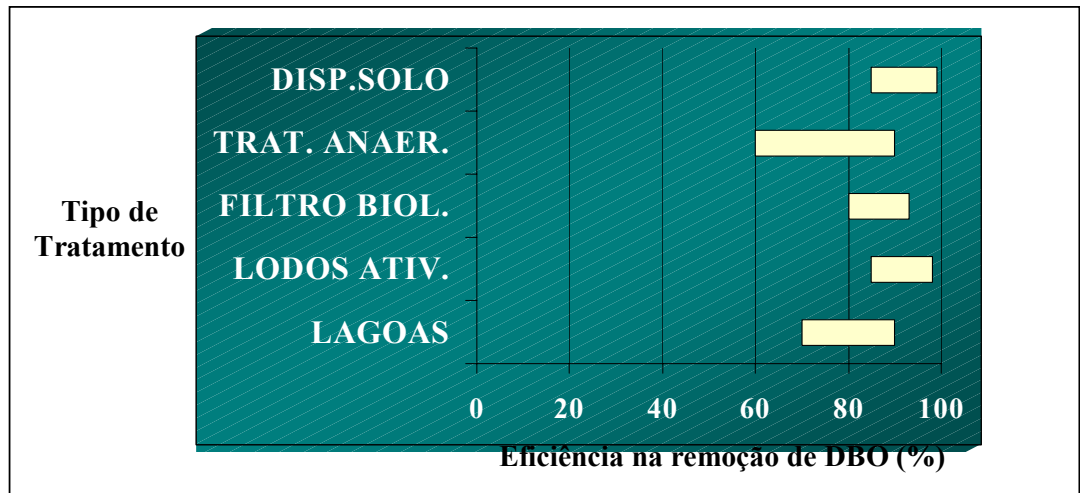


Figura 3 – Gráfico comparativo entre os principais sistemas de tratamento de esgoto com relação à eficiência de remoção de DBO  
Fonte: Von Sperling, 1996.

Na Figura 4, pode-se observar que referente à eficiência de remoção de coliformes, os tipos de tratamento como disposição no solo e lagoas atendem melhor esse parâmetro.

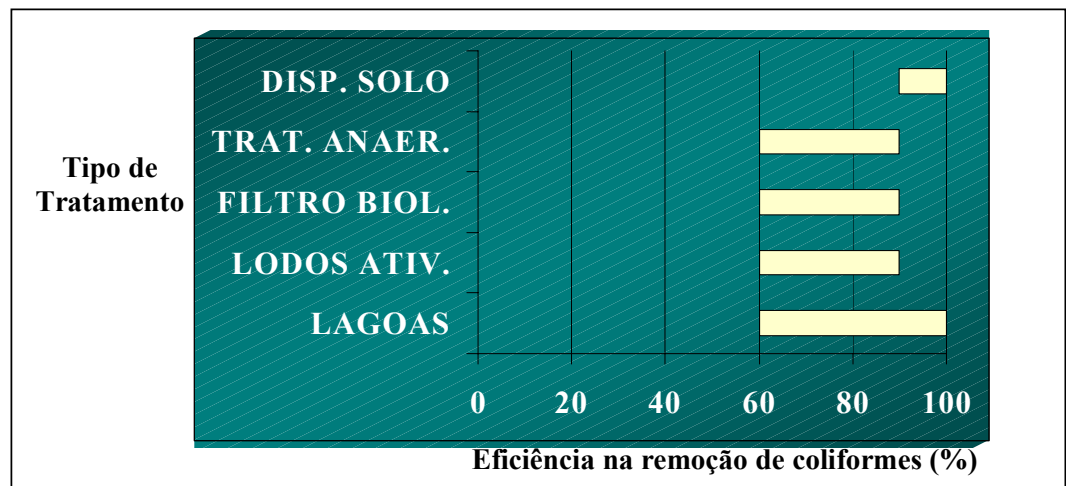


Figura 4 – Gráfico comparativo entre os principais sistemas de tratamento de esgoto com relação à eficiência de remoção de coliformes  
Fonte: Von Sperling, 1996.

Na Figura 5, pode-se observar que referente ao custo de implantação, os tipos de tratamento como lodos ativados são mais dispendiosos.

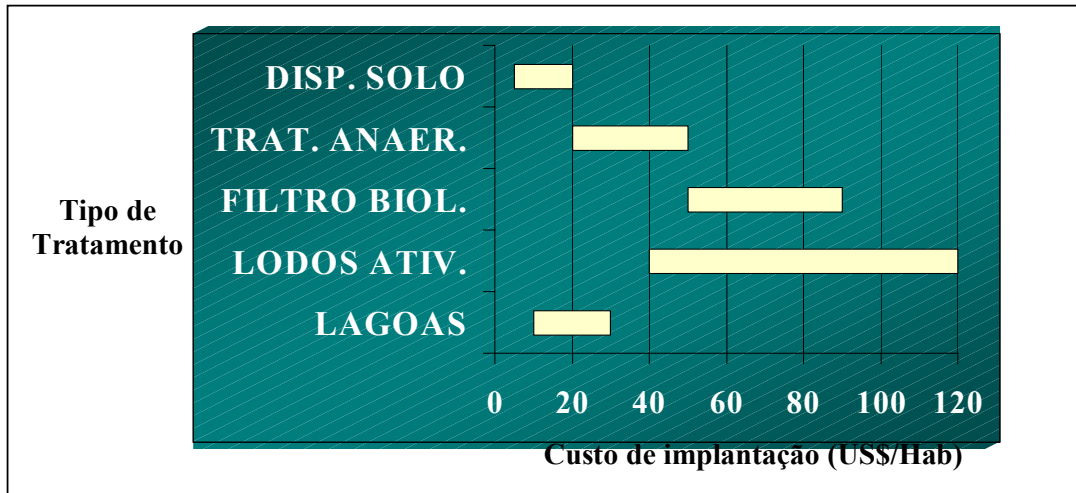


Figura 5 – Gráfico comparativo entre os principais sistemas de tratamento de esgoto com relação a custo de implantação  
Fonte: Von Sperling, 1996.

Na Figura 6, pode-se observar que referente ao custo de operação, os tipos de tratamento como lodos ativados também são mais dispendiosos, até por conta dos equipamentos e gastos com energia elétrica.

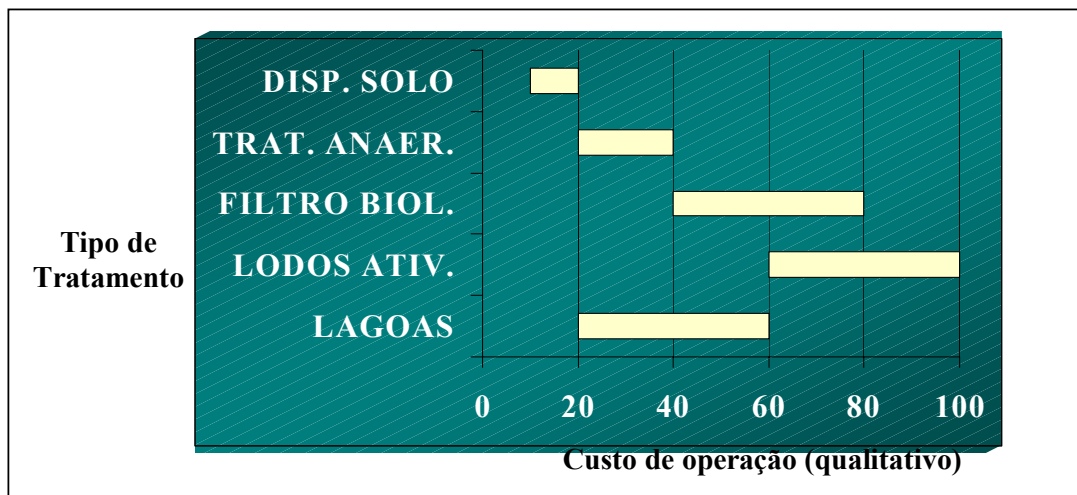


Figura 6 – Gráfico comparativo entre os principais sistemas de tratamento de esgoto com relação a custo de operação  
Fonte: Von Sperling, 1996.

Na Figura 7, pode-se observar que referente a requisitos de áreas, os tipos de tratamento como disposição no solo e lagoas utilizam-se de muito mais áreas.

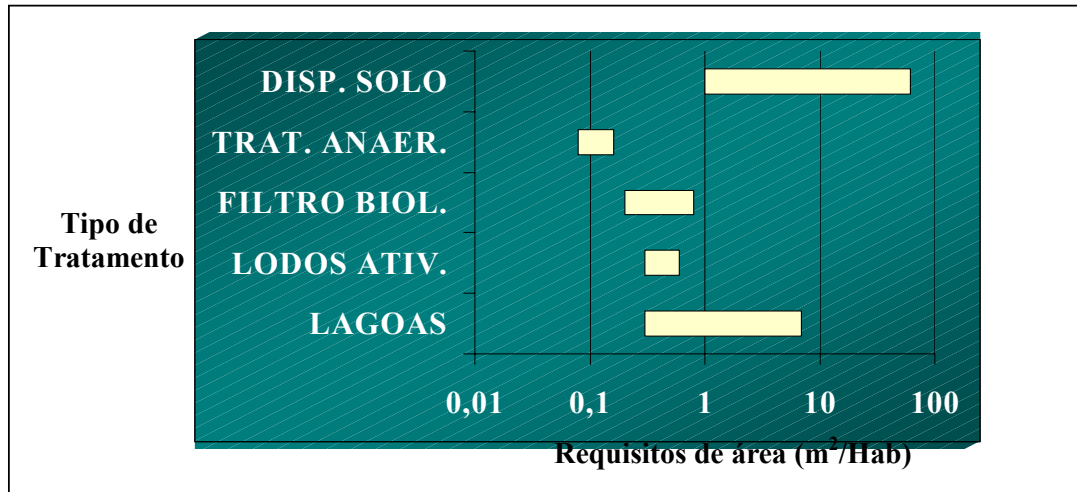


Figura 7 – Gráfico comparativo entre os principais sistemas de tratamento de esgoto com relação a requisitos de área

Fonte: Von Sperling, 1996.

Na Figura 8, pode-se observar que referente a requisitos de potência, os tipos de tratamento de lodos ativados são, de longe, mais exigíveis do que os demais, também por conta dos equipamentos.

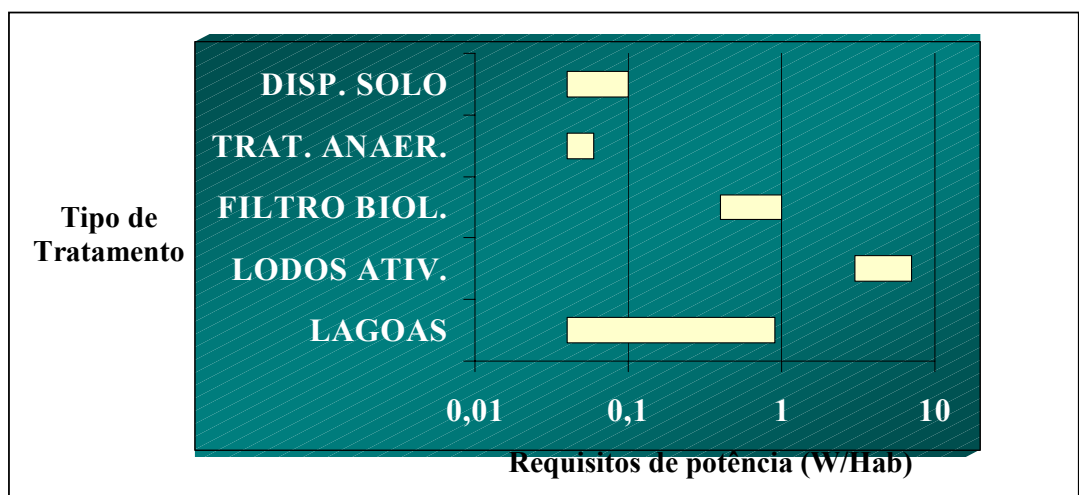


Figura 8 – Gráfico comparativo entre os principais sistemas de tratamento de esgoto com relação a requisitos de potência

Fonte: Von Sperling, 1996.

Na Figura 9, pode-se observar que referente à quantidade de lodo a tratar, tanto os sistemas de tratamento que utilizam lodos ativados quanto filtros biológicos geram muito lodo, até pelo fato de que aceleram o processo, enquanto outros como disposição no solo e lagoas, quando comparados passam até despercebidos.

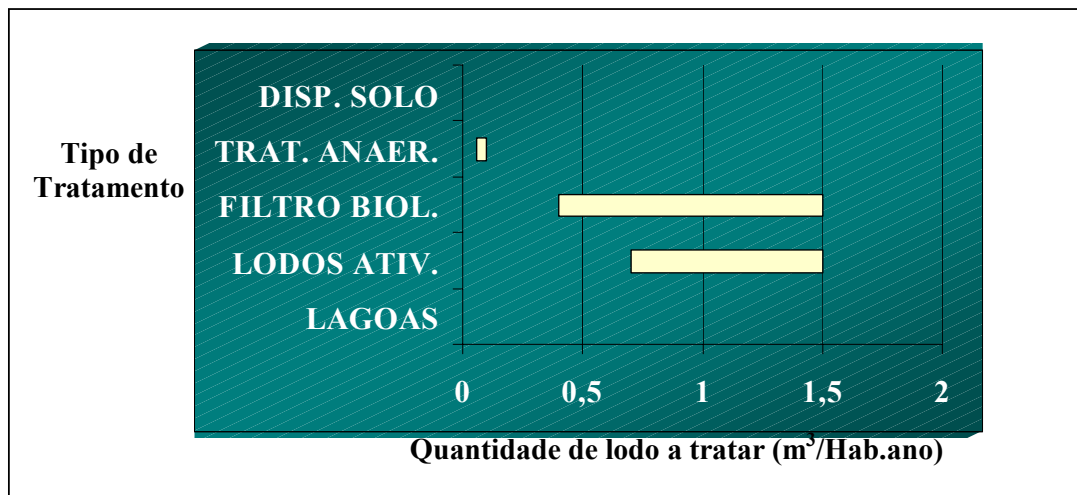


Figura 9 – Gráfico comparativo entre os principais Sistemas de tratamento de esgoto com relação à quantidade de lodo a tratar  
Fonte: Von Sperling, 1996.

Finalmente, na Figura 10, pode-se observar que referente à simplicidade operacional, tanto os sistemas de tratamento com disposição no solo quanto os tratamentos anaeróbicos e lagoas são muito simples de operar, quando comparados aos demais.

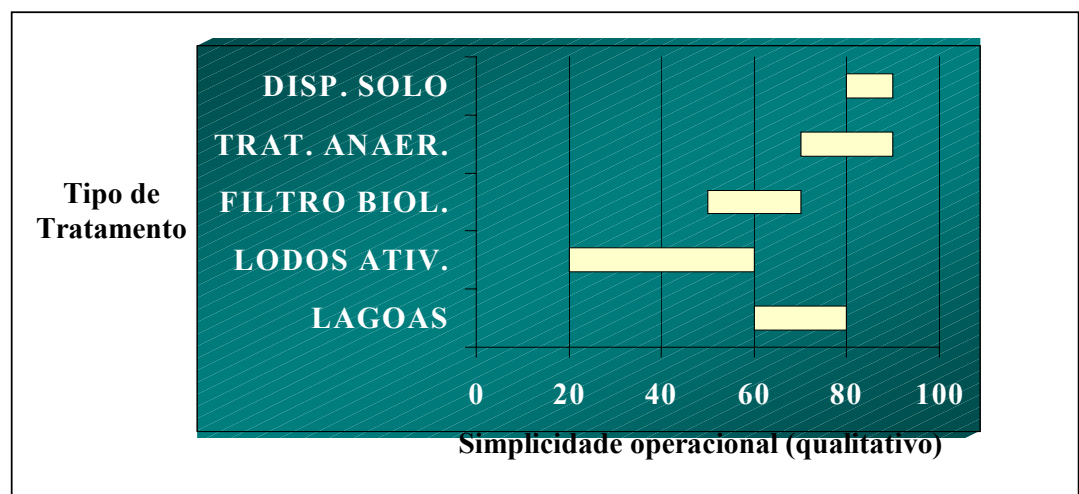


Figura 10 – Gráfico comparativo entre os principais sistemas de tratamento de esgoto com relação à simplicidade operacional  
Fonte: Von Sperling, 1996.

A escolha de um sistema para tratamento dos esgotos é muito importante, o gestor deve observar todas as alternativas, desde a mais simples até a mais sofisticada, assim como, desde a mais antiga até a mais recente. Para isso, deve-se considerar o atendimento à legislação, as condições de cada cidade, a área disponível, o nível sócio-econômico predominante, a disponibilidade de energia a custo razoável, as condições operacionais, a capacitação de pessoal, os equipamentos aplicáveis, os custos envolvidos, a disposição adequada dos resíduos. Enfim, deve-se ter em mente todos os aspectos levantados nos gráficos e fazer um cruzamento dessas informações, para que de fato se tenha uma visão sistêmica do empreendimento, podendo optar por aquele que menor impacto ambiental gere a comunidade atendida.

Para o processo de tratamento de esgoto, qualquer que seja o sistema adotado, faz-se necessário uma visão integrada das fases que o compõe.

A seguir, de forma esquemática e apenas exemplificativa, a Figura 11 apresenta os sistemas de esgoto distinto em três fases da gestão, respectivamente:

- dos insumos;
- dos processos;
- e dos produtos.

Aponta também os problemas correlatos a cada fase da gestão, de forma condensada, mas não excludente dos aspectos que devem ser observados pelo gestor. É também uma tentativa de ressaltar a necessidade da gestão integrada da Estação de Tratamento de Esgoto face às interdependências existentes entre as três fases.

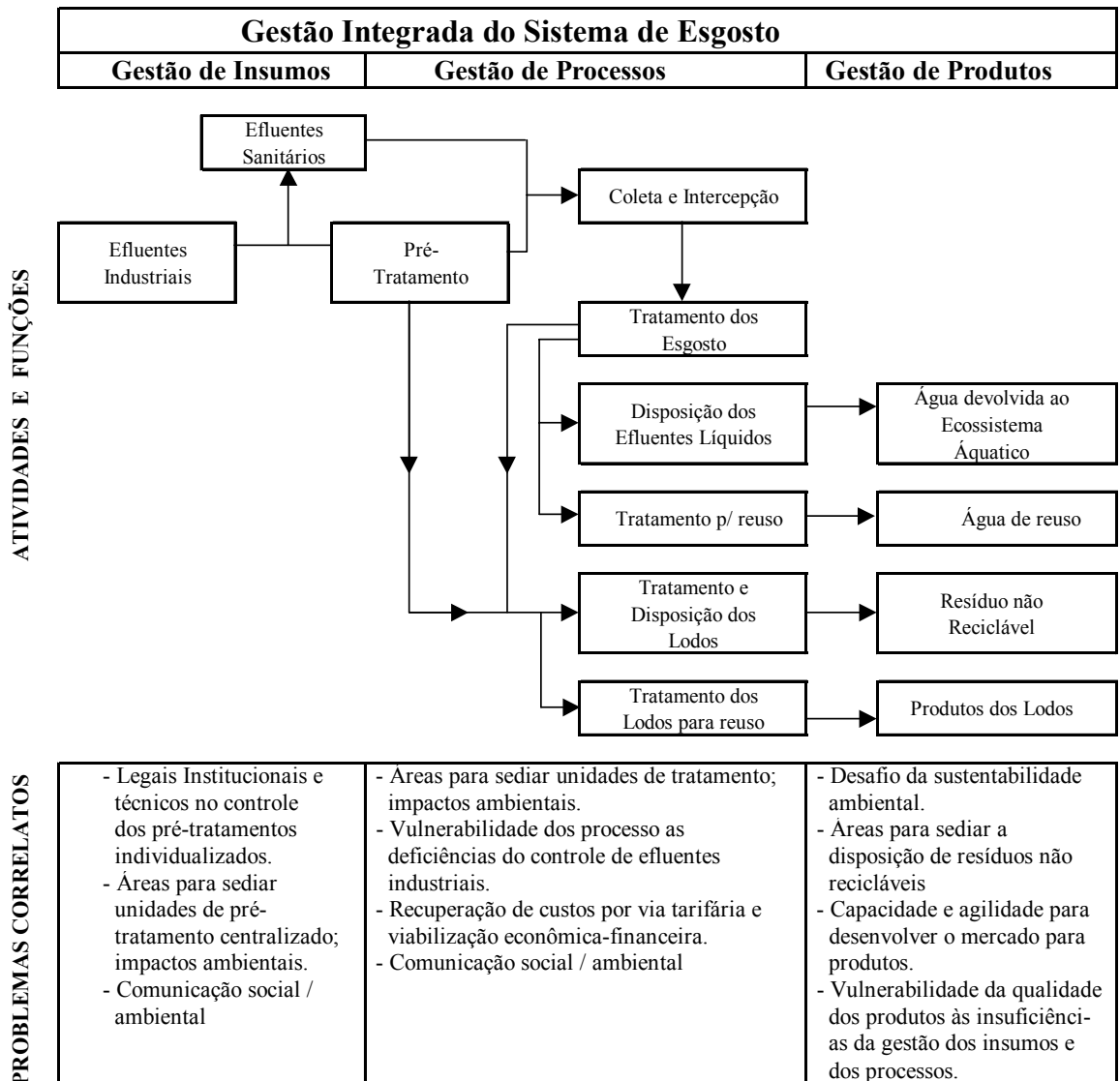


Figura 11 - Fases da gestão integrada dos sistemas de esgoto  
 Fonte: VALSECCHI & NUCCI, 2002.

### 3.6 Os Resíduos das Estações de Tratamento de Esgoto

As Estações de Tratamento de Esgoto são responsáveis pela geração de “subprodutos”, oriundos de suas atividades fins. Assim como os resíduos líquidos, os resíduos sólidos e os gasosos gerados nestas plantas devem ser tratados e destinados corretamente.



### 3.6.1 O Resíduo Sólido

O tratamento do esgoto produz um resíduo sólido denominado lodo. A disposição final deste lodo é uma etapa fundamental para a operação eficiente de uma estação de tratamento de esgoto.

Segundo JORDÃO e PESSÔA (1995), o lodo é um dos sub-produtos gerados no tratamento dos esgotos (junto com sólidos grosseiros, areia e espuma), na forma sólida, representando a maior parcela entre todos eles, e, também, o que deve receber maior importância em relação a seu tratamento, chamado de tratamento da fase sólida, e à disposição final.

O tratamento e a disposição final do lodo constituem problemas de grande complexidade, face ao grande volume gerado, à dificuldade em se encontrar locais adequados e seguros para disposição, à distância do transporte, aos impactos ambientais, aos custos e às características de operação e processo. Enquanto o volume de lodo produzido em uma Estação de Tratamento de Esgoto representa cerca de 1 a 2% do volume de esgoto tratado, seu tratamento e disposição final chegam a atingir entre 20 a 40% do custo operacional da ETE (JORDÃO e PESSÔA, 1995).

No caso específico das lagoas de estabilização, denomina-se lodo o material que se deposita no fundo das mesmas, ao longo dos anos de funcionamento (FRANCI, 2000). Neste caso, porém, importância secundária tem sido tradicionalmente atribuída ao problema do lodo, com certeza devido aos prazos previstos bastante dilatados, para que se realize sua remoção de dentro do reator (5 a 10 anos).

Verifica-se tal constatação, a partir da enquête nacional realizada pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) em 1997: de 36 casos estudados, 90% das lagoas nunca sofreram remoção do lodo. Nos quatro casos em que ocorreram as remoções, o lodo foi disposto no solo ou em córregos próximos às áreas das ETE's, não havendo portanto, procedimentos para efetuar remoções de lodo de lagoas. Essas constatações só reforçam os problemas operacionais e ambientais, que os gestores enfrentam quando da necessidade de realizarem essa atividade.

Segundo JORDÃO e PESSÔA (1995), as características do lodo afetam diretamente o processo de disposição final. Estas características variam em função do tipo de esgoto, do processo e do grau de tratamento, assim como influem na qualidade e na quantidade de lodo gerado, podendo o mesmo ser orgânico, inorgânico, biodegradável, inerte, combustível ou não.

### **3.6.1.1 Alternativas de Disposição Final de Lodos gerados em ETE's**

O processo de tratamento separa as impurezas presentes no esgoto, produzindo ainda na forma líquida, representando cerca de 1% a 2% do volume de esgoto tratado. Entretanto, o custo para o seu tratamento e disposição final é da ordem de 20% a 40% do custo operacional da ETE (TSUTIYA, 2001).

O lodo, dependendo de cada processo adotado na ETE, pode ser submetido a diferentes tipos de adensamento, estabilização, condicionamento e desidratação antes de sua disposição final.

A estabilização é utilizada para a redução da massa de lodo, redução de microorganismos patogênicos e controle de odor, enquanto o adensamento, o condicionamento, a desidratação e a secagem, para remoção de água e redução do volume de lodo (EMBRAPA, 2000).

O lodo proveniente das estações de tratamento de esgotos sanitários, processados de modo a permitir o seu manuseio com segurança na utilização agrícola, é denominado de biossólido. Para a Water Environment Federation - WEF (1996), o biossólido também pode ser utilizado em outros usos benéficos. Para a sua disposição final, devem ser considerados os seguintes aspectos principais: produção, qualidade (metais pesados e microorganismos patogênicos) e grau de umidade.

As alternativas mais usuais, em países desenvolvidos, para a disposição final de biossólidos têm sido as seguintes: uso agrícola, disposição em aterro, incineração, disposição oceânica e recuperação de áreas degradadas. Os Estados Unidos que produzem cerca de 13 milhões de toneladas por ano de biossólidos e a Europa,

cerca de 16 milhões de toneladas por ano, dispõem seus bio sólidos conforme apresentado no Quadro 2.

Quadro 2 – Disposição final de bio sólidos nos Estados Unidos e na Europa

<b>Formas de Disposição</b>	<b>EUA</b>	<b>Europa</b>
Aterro	41%	40%
Uso agrícola	25%	37%
Incineração	16%	11%
Demais usos benéficos (*)	1%	2%
Disposição oceânica	6%	6%
Outras formas	10%	4%

(\*) Reflorestamento/Recomposição de áreas degradadas

Fonte: Tsutiya, 2001.

### 3.6.2 O Resíduo Gasoso

Qualquer instalação que receba esgotos sanitários brutos para realização de seu tratamento apresenta potencialidade de exalação de maus odores ou de gases, que podem ter efeitos danosos aos operadores e circunvizinhança. É evidente que as unidades onde ocorrem processos biológicos, principalmente o anaeróbio, são aquelas que apresentam maior potencialidade. Porém, há muitos casos em que exalações críticas ocorrem em elevatórias e no tratamento preliminar e primário (CHERNICHARO,1997).

No que diz respeito à formação de gases mal cheirosos, geralmente associados à redução de compostos de enxofre em sulfeto de hidrogênio ( $H_2S$ ) e à decomposição anaeróbia das águas residuárias resultando na emissão do gás metano ( $CH_4$ ) sendo é um gás de estufa que afeta a camada de ozônio da atmosfera. Devem ser tomadas medidas para evitar que esses gases escapem para a atmosfera, notadamente se houver habitações próximas à área de tratamento.

A concepção adequada de cada componente de uma estação de tratamento de esgoto, desde a elevatória de esgotos brutos até o lançamento do efluente tratado no corpo receptor, pode mitigar de forma considerável os problemas associados às emissões gasosas. Outros fatores que também contribuem são: construção de unidades cobertas, implantação de respiros e utilização de materiais de construção adequados; além de recursos específicos como manter os esgotos em valores de pH

acima de 7, mediante a adição de álcali. De maneira geral, essa problemática deve ser enfrentada, tomando-se providências em diversos níveis, dependendo das circunstâncias, caso a caso (CAMPOS, 1999).

### **3.6.2.1 Alternativas de Destinação do Biogás**

Não há dúvidas de que os gases gerados em reatores anaeróbios devem ser considerados como emissão poluidora. Assim, restam três alternativas: tratamento, reuso controlado e combustão (CAMPOS, 1999).

De acordo com MILLS (1995),

“...o tratamento do biogás, principalmente visando a diminuição de odor e redução de compostos poluentes, pode ser efetuado através da prevenção, biofiltração, adsorção em carvão ativado, adsorção química e oxidação térmica”.

Em relação ao reuso, pode-se pensar nas seguintes alternativas: uso em motores de combustão interna, uso direto do biogás, distribuição em rede após tratamentos adequados, alimentação de caldeiras e geração de energia elétrica, onde a eficiência dos geradores alimentados com biogás (tratado) varia na faixa de 15% a 30%, envolvendo aspectos positivos e negativos, que devem ser avaliados criteriosamente caso a caso (CHRISTENSEN et al, 1995).

A “limpeza” de um efluente gasoso por combustão é chamada de incineração e pode ser realizada por três métodos: chama direta, incineração térmica e incineração catalítica. Para que se consiga bons resultados na remoção de odores por oxidação térmica é recomendável o uso de temperaturas na faixa de 800°C a 1100°C, e de 300°C a 650°C, para oxidação catalítica (MILLS, 1995).

Logicamente, a opção por efetuar o uso do biogás deve ser acompanhada de estudo criterioso sob os aspectos técnico, econômico e ambiental. Em geral, para pequenas instalações de tratamento, esse aproveitamento pode ser relegado sob o aspecto econômico (CAMPOS, 1999).

### 3.7 Legislação Ambiental e as ETE's

Segundo ANDRADE et all (1998), a legislação ambiental é um dos principais vetores de demandas ambientais capazes de fomentar inovações, devendo ser percebida pelos agentes econômicos como uma oportunidade de inovar e, conseqüentemente, manter ou adquirir vantagem competitiva. Porém, a conformidade com as regulamentações ambientais é condição necessária, mas não suficiente, para a geração de inovações industriais e compensações econômicas, frente às novas demandas ambientais ditadas pelo mercado, como as certificações ambientais.

É incontestável a importância da legislação ambiental como instrumento norteador das estratégias de controle da poluição, que os sistemas de saneamento geram. No entanto, tem-se observado no país um grande distanciamento entre o desejado, tal como expresso na legislação, e o efetivamente praticado. Várias são as causas deste distanciamento, mas a realidade é que os padrões da legislação têm sido, via de regra, descumpridos, tanto por parte dos poluidores privados, quanto pelos poluidores públicos (CASTRO, 1996).

Os órgãos ambientais vivem um conflito entre as tendências mundiais de restrição dos padrões, de um lado, e as pressões para um relaxamento na sua implementação, de outro lado. Órgãos ambientais, de posse de uma legislação baseada em padrões internacionais restritivos, mas, também, cientes da dificuldade na implantação de tratamento de água, de esgoto, de sistemas de drenagem e resíduos em nosso país, encontram-se confinados por esta dicotomia entre o desejado e o atualmente praticável (MALHEIROS, 1996).

Acrescente-se a isto, o fato de que, nos países desenvolvidos não apenas os padrões de qualidade têm se tornado cada vez mais restritivos, mas também, o cumprimento aos mesmos está sendo cada vez mais exigido. Permanece, portanto, a dúvida relativa aos órgãos ambientais brasileiros: relaxar os padrões ou a sua efetiva implementação, como forma de adequar-se à nossa realidade, ou, ainda, restringi-los, de maneira a acompanhar as tendências mundiais? (VON SPERLING, 1996).

A qualidade dos esgotos tratados deve satisfazer à legislação vigente. No caso de ETE's, deve-se considerar a legislação nas três instâncias: federal; estadual e municipal (LA ROVERE, 2002).

A Constituição Federal, de 1988, estabeleceu a competência de todos os entes federativos - União, Estados, Distrito Federal e Municípios - para legislar sobre a matéria ambiental e atuarem na proteção e defesa do meio ambiente (Artigos 23, 24 e 30 da Constituição Federal). Assim, há instrumentos de gestão ambiental estabelecidos, regulamentados e sendo aplicados em nível federal, estadual e municipal (MALHEIROS, 1996).

A questão ambiental é fortemente enfatizada na Constituição Federal em seu Capítulo VI - Artigo 225 Do Meio Ambiente. Capítulo inteiramente dedicado ao meio ambiente, que consagra o direito de todos os brasileiros ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, considerado bem de uso comum do povo, essencial à qualidade de vida.

A matéria está regulada, também, na Política Nacional do Meio Ambiente, Lei nº 6.938, de 31/08/81, que incorpora o preceito da conciliação do desenvolvimento econômico com a preservação ambiental. Cria o Sistema Nacional do Meio Ambiente - SISNAMA, integrado pelo CONAMA. Suas alterações posteriores, e na respectiva regulamentação – Decreto nº 99.274, de 06/06/90, e resoluções específicas do CONAMA.

A Política Nacional de Recursos Hídricos, Lei nº 9.433, de 08/01/97, marco para a gestão dos recursos hídricos no Brasil. Esta lei influencia muito nos sistemas de saneamento, principalmente por instituir a bacia hidrográfica como unidade de gestão e por descentralizar tal gestão, incluindo toda a sociedade no processo , criando o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

A Lei de Crimes Ambientais, Lei 9.605, de 12/02/98, que dispõe sobre as sanções penais e administrativas, derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, determina que causar poluição de qualquer natureza, em níveis que possam

resultar em danos, tanto à saúde humana quanto à fauna e à flora, é crime e pode ser punido de diversas maneiras.

A Resolução CONAMA nº 005, de 15/06/88 regulamenta o licenciamento de obras de saneamento básico. Esta resolução estabelece que as obras de saneamento, para as quais seja possível identificar modificações ambientais significativas, ficam sujeitas ao licenciamento. Para os efeitos desta resolução, são consideradas significativas e, portanto, objeto de licenciamento, as obras que por seu porte, natureza e peculiaridade forem assim consideradas pelo órgão licenciador e, necessariamente, as atividades e obras especificadas na própria resolução. Neste sentido, são, então, especificadas as obras de sistemas de abastecimento de água, sistemas de esgotos sanitários, sistemas de drenagem e sistemas de limpeza urbana, as quais estão sujeitas ao licenciamento. Entre as instalações de sistemas de esgotos sanitários, encontram-se especificadas as estações de tratamento, sujeitas ao licenciamento. A Resolução CONAMA nº 005 estabelece, ainda, que na elaboração do projeto, o empreendedor deve atender aos critérios e parâmetros estabelecidos previamente pelo órgão ambiental competente.

Primeiramente, é necessário verificar se a estação está licenciada. O licenciamento ambiental é obrigatório para o projeto, construção, instalação, ampliação e funcionamento de estabelecimentos e atividades utilizadores de recursos ambientais, considerados efetiva e potencialmente poluidores, bem como os capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental. As ETE's enquadram-se nesta definição e, portanto, estão sujeitas ao licenciamento ambiental. De acordo com a distribuição de competências para proceder ao licenciamento ambiental, estabelecida pela Lei nº 6.938, de 31/08/81, conforme as alterações introduzidas pela Lei nº 7.804, de 18/07/89, o caso de atividades e obras com significativo impacto ambiental de âmbito local, ou seja, impacto localizado no território de um único estado, o órgão competente para proceder ao licenciamento ambiental será o órgão de meio ambiente desse estado. Assim, em geral, o licenciamento das ETE's é de competência dos órgãos ambientais estaduais, já que o impacto causado por estas instalações normalmente é local.

Com relação à classificação dos corpos d'água, a Resolução CONAMA nº 020, de 18/06/86, dividiu as águas do território nacional em águas doces (salinidade

0,05%), salobras (salinidade entre 0,05% e 0,3%) e salina (salinidade 0,3%). Em função dos usos previstos, foram criadas nove classes.

A cada uma das classes corresponde uma determinada qualidade a ser mantida no corpo d'água. Esta qualidade é expressa na forma de padrões, através da referida Resolução CONAMA (a nível federal), e do Decreto (a nível estadual – SP) nº 8.468, de 08/09/1976. Além dos padrões de qualidade dos corpos receptores, ambas as leis apresentam, ainda, padrões para o lançamento de efluentes nos corpos d'água. Ambos os padrões estão, de certa forma, inter-relacionados. O real objetivo de ambos é a preservação da qualidade do corpo d'água. No entanto, os padrões de lançamento existem apenas por uma questão prática, já que é difícil manter o controle efetivo das fontes poluidoras com base apenas na qualidade do corpo receptor. O inter-relacionamento entre os dois padrões se dá, no sentido de que um efluente, além de satisfazer os padrões de lançamento, deve proporcionar condições tais no corpo receptor, de forma que a qualidade do mesmo, se enquadre dentro dos padrões para corpos receptores (BARROS, 1995).

### **3.8 Gestão Ambiental**

O termo gestão ambiental engloba um conjunto de rotinas e procedimentos, que permite a uma organização administrar adequadamente as relações entre suas atividades e o meio ambiente que as abriga, atentando para as expectativas das partes interessadas (Reis, 1996). Esta questão ambiental está relacionada à qualidade de atendimento ao cliente, ao acionista, ao empregado e ao meio ambiente, ou “vizinho” (FALCONI CAMPOS, 1992), que são os elementos fundamentais à sobrevivência da empresa.

A gestão ambiental pode ser definida como o conjunto de ações, que visam atingir um determinado padrão de desempenho ambiental, podendo ser desenvolvida pela própria organização, em função de suas características específicas, sendo integrada, ou não, a outras ações gerenciais da organização. Portanto, a gestão ambiental é parte integrante do sistema de gestão global de uma organização (LA ROVERE, 2002).



De acordo com SOUZA (1997), a gestão ambiental é um processo de articulação das ações dos diferentes agentes sociais, que interagem em um dado espaço, visando garantir, com base em princípios e diretrizes previamente definidos, a adequação dos meios de exploração dos recursos ambientais, econômicos e socioculturais, às especificidades do meio ambiente.

RODRIGUES (1990) define gestão ambiental como:

“conjunto de ações encaminhadas à obtenção da máxima racionalidade no processo de decisão relativo à conservação, defesa, proteção e melhoria do meio ambiente, baseando-se em uma ação multidisciplinar coordenada, e na participação dos cidadãos”.

CAVALCANTI (1996) afirma que, apesar das vantagens provenientes do gerenciamento ambiental, o principal elemento de motivação para a melhoria do desempenho ambiental ainda está condicionado aos fatores técnicos e financeiros, ao lado de argumentos vinculados com a melhoria do desempenho econômico.

Para MORAES (1992) apud ALVARENGA (1997), a gestão ambiental passa pela exigência de um modelo institucional descentralizado, por mostrar impossível o gerenciamento do espaço sem sólidas interfaces com a sociedade civil e os governos locais. Neste contexto, o autor frisa que a criação, ou melhor, a utilização de fóruns institucionais de interlocução (canais de discussão política) aparece como iniciativa básica para o bom êxito de qualquer proposta de gestão ambiental.

De acordo com SOUZA (1993), a gestão ambiental pode ser encarada como o grupo de procedimentos, que visem a conciliação entre desenvolvimento e qualidade ambiental, a partir de necessidades identificadas pela sociedade civil ou pelo Estado (situação mais comum), ou ainda, por ambos.

As pressões de órgãos governamentais e não governamentais, através de suas agências ambientais, com o aprimoramento das legislações, bem como, a formação dos Comitês das principais bacias hidrográficas, a maior conscientização ambiental por parte dos mercados consumidores mais exigentes e a necessidade de reduzir custos com o tratamento e disposição final de resíduos, estão se constituindo em importantes

fatores, no sentido de viabilizar a inclusão da temática ambiental no planejamento estratégico das organizações (PAULA JR., 1995).

### **3.9 Retrospectiva da Gestão Ambiental**

Prevaleceu nos países industrializados até os anos 60, a idéia de que a natureza era tratada como fornecedora infinita de recursos físicos a serem utilizados em benefício da humanidade e, também, como “depósito” de resíduos, caracterizando uma relação antropocêntrica. As estratégias e as tecnologias de gerenciamento ambiental tinham por finalidade aumentar o poder do ser humano sobre a natureza e/ou reduzir os impactos negativos da natureza sobre a sociedade (SILVA, 1996).

Na Europa, a partir da década de 70, iniciou-se a discussão sobre alternativas para redução dos efeitos das atividades industriais sobre o meio ambiente. O assunto tornou-se ponto de destaque na pauta dos governos de muitos países. A primeira discussão, em nível mundial, das questões ambientais foi marcada pela 1ª Conferência Mundial sobre Meio ambiente, realizada em Estocolmo, em 1972. Esse evento representou um marco político na conscientização mundial dos problemas ambientais, produzindo, como principal documento, a Declaração sobre o Meio Ambiente Humano (São Paulo, 1997a).

Nos anos 80, os conceitos de proteção ao meio ambiente começaram a se expandir. Acidentes como em Bhopal e Alasca contribuíram para as mudanças nas políticas oficiais de meio ambiente e no comportamento de parte da sociedade. Nessa década, surgiram os partidos “verdes”, defensores dos seres vivos e do meio em que vivem (VASSALO, 1997).

A discussão sobre o meio ambiente começou a deixar de ser um tema isolado para se incorporar em vários setores, principalmente na indústria química. As questões de meio ambiente, segurança e saúde passaram a ser tratadas como assessoria especializada dentro das empresas (OLIVEIRA, 1999).

A década de 90 caracteriza-se pela globalização de conceitos. No início da década, houve maior divulgação das normas que apresentam requisitos para o

sistema de gerenciamento da qualidade. Também neste início dos anos 90, aconteceram alguns encontros e conferências internacionais pautados em problemas ambientais (SILVA, 1996).

Dessa nova postura e conscientização, surgiu o conceito de Sistema de Gerenciamento Ambiental, formalizado pela British Standard Institution na norma BS 7750 – Specification for Environmental Management Systems. É uma norma desenvolvida no Reino Unido em 1994, que pode ser aplicada em todo tipo de atividades e setores, sejam elas industriais ou não, agências governamentais ou entidades sem fins lucrativos. Pode ser aplicada como um todo ou em partes da organização. Tem foco na melhoria ambiental a partir do gerenciamento do sistema, tanto que a organização deve, através de sua Política Ambiental, comprometer-se com a melhoria contínua do desempenho ambiental (CASCIO et al, 1996).

Segundo OLIVEIRA (1999), o sistema proposto para o gerenciamento ambiental baseia-se em conceitos de gestão já definidos na norma BS 5750, que deu origem à série de normas ISO 9000. Os conceitos de gestão de qualidade podem ser ampliados, a fim de englobar as questões ambientais.

As Normas da Série ISO 14000 para Sistemas de Gestão Ambiental fundamentam-se na BS 7750 e, em nível mundial, estão sendo utilizadas com a finalidade de certificação do sistema de gerenciamento ambiental de organizações (GILBERT, 1995).

Estas normas não estabelecem requisitos específicos de desempenho ambiental, além da conformidade às legislações ambientais aplicáveis e do compromisso com a melhoria contínua, mas indicam práticas de gestão para o estabelecimento de um sistema de gerenciamento ambiental (OLIVEIRA, 1999).

Houve também forte influência do Esquema de Auditoria de Ecogerenciamento (Eco-Management Audit Scheme – EMAS), que foi publicado pela Comunidade Econômica Européia (CEE). A diferença significativa entre a ISO 14000 e o EMAS é que este requer que os resultados das auditorias sejam publicados (BELLO et al, 1998).

### 3.10 A Origem da ISO 14000

A “International Organization for standartization” – ISO, embora criada em 1947, em Genebra na Suíça, mas já em 1943 ocorreram as primeiras preocupações com o meio ambiente através da formação do Comitê Técnico ISO/TC43 (Technical Comitee 43), cuidando de questões de acústica. A partir deste, sucederam-se a formação de diversos outros Comitês Técnicos, como em 1971 o ISO/TC146, relativo à qualidade do ar; em 1975 o ISO/TC190, com referência à qualidade do solo e, finalmente, em 04 de março de 1993 foi criado um comitê dentro da ISO, o TC207, que trata do desenvolvimento de normas de Gestão Ambiental, formando a chamada série ISO 14000 (HOJDA, 1997).

O TC207 é composto por 56 países, entre eles o Brasil, que é representado pela ABNT/GANA – Associação Brasileira de Normas Técnicas/Grupo de Apoio à Normalização Ambiental, desde 1994.

Segundo Fernando Ozório Rosa, secretário técnico do GANA, em reportagem publicada na Revista da ABNT (1996), “a contribuição das delegações brasileiras foi decisiva, contribuindo para que as normas fossem mais pragmáticas, se comparadas à BS 7750, que lhe deu origem, e ressaltando a importância que os Sistemas de Gestão Ambiental têm de agregar valor às organizações, não se tornando mais um sistema burocrático de procedimentos, e sim um agente efetivo de melhorias da relação economia versus meio ambiente”.

As atividades do GANA foram englobadas pelo Comitê Brasileiro de Gestão Ambiental (CB-38), cujo objetivo é o de produzir e disseminar as normas brasileiras de gestão ambiental e suas ferramentas auxiliares, além da tradução de normas internacionais e da observância das condições de integração econômica mundial (MARTINS, 1999).

A NBR ISO 14000 é composta por uma série de normas voluntárias, desenvolvidas para gerenciar os impactos ambientais de uma organização e pode ser dividida em duas grandes partes: orientada a produtos e a processos (TIBOR, 1996):

### 1. Normas orientadas ao produto:

- Rotulagem ambiental – ISO 14020, 14021, 14022, 14023, 14024, 14025;
- Auditoria de ciclo de vida – ISO 14040, 14041, 14042, 14043, 14048, 14049;
- Aspectos ambientais – Guia 64;
- Termos e definições – ISO 14050.

### 2. Normas orientadas ao processo:

- Sistema de gestão ambiental – ISO 14001, 14004;
- Auditoria ambiental – ISO 14010, 14011, 14012;
- Avaliação de performance – ISO 14031.

O Quadro 3 apresenta as normas para a série ambiental já publicadas pela ISO.

Quadro 3 – As Normas da Série ISO 14000

<b>Norma ISO</b>	<b>Assunto</b>
14000	Guia de orientação do conjunto de normas da série
14001	Sistema de Gerenciamento Ambiental – Especificações com guia para uso
14004	Sistema de Gerenciamento Ambiental – Diretrizes para princípios, sistemas e técnicas suporte
14010	Diretrizes para auditoria ambiental - Princípios gerais
14011	Diretrizes para auditoria ambiental – Procedimentos de auditoria
14012	Diretrizes para auditoria ambiental - Critérios de qualificação de auditores
14020/23	Rotulagem ambiental - Princípios básicos, simbologia para rótulos, metodologia e testes para verificação
14024	Rotulagem ambiental - rótulos e declarações
14031	Avaliação da performance ambiental
14040/43	Análise do ciclo de vida - Princípios gerais e diretrizes, análise dos inventários, avaliação dos impactos e interpretação dos resultados
14050	Vocabulário
14060	Guia para inclusão de aspectos ambientais nas normas de produtos
14070	Diretrizes para o estabelecimento de impostos ambientais

Fonte: Adaptado do site <http://www.isso.ch>

### **3.11 A ISO 14000 e o Sistema de Gestão Ambiental**

A NBR ISO 14001 contém requisitos para a implantação do SGA de uma organização, conciliando uma melhoria contínua do desempenho ambiental com a responsabilidade voluntária.

Para MAGNANI et al (1999), o prazo para as transformações organizacionais e incorporação de valores ambientais é longo. A preocupação com o “verde” deve surgir mais devido a uma seleção e substituição, ou seja, uma criação e desintegração das organizações, do que devido a um rearranjo organizacional motivado pela consciência ecológica. A adaptação será determinada pelo ambiente externo que selecionará organizações ambientalmente apropriadas para sobreviverem. Portanto, a consciência ecológica vem do meio externo, da sociedade para dentro das organizações, que acabam tendo que se adaptar e atender suas exigências em busca da sobrevivência.

Segundo BELLO et al (1998), o setor industrial, apontado pela literatura como um dos maiores culpados pelos impactos negativos gerados ao meio ambiente, é também um agente e pivô das mudanças. A gestão ambiental vem emergindo de várias abordagens de gerenciamento. Inicialmente, tivemos o aprimoramento das práticas da gestão da qualidade total no meio empresarial. Logo após, as abordagens específicas foram tomando formas sistemáticas, como a ISO 14000. A relevância destas iniciativas para o desenvolvimento sustentável, que visa conciliar desenvolvimento econômico e preservação ambiental, está no fato de elas oferecerem as ferramentas e instrumentos de gestão para a qualidade ambiental.

A consciência de que se deve tratar com racionalidade os recursos naturais, uma vez que podem se esgotar, mobiliza a sociedade no sentido de se organizar para que o crescimento econômico não seja predatório, e sim, sustentável (FARIA, 1998).

A qualidade ambiental é parte inseparável da qualidade total ansiada pelas empresas, que pretendem manter-se competitivas, e assegurar sua posição em um mercado cada vez mais globalizado e exigente (VALLE (1995) apud VOGT et al (1998)).

A minimização dos impactos das atividades de negócios sobre o meio ambiente é o alvo dos Sistemas de Gestão Ambiental.

Sistema de Gestão Ambiental, segundo a NBR ISO 14000, é definido “como a parte do sistema de gestão global que inclui a estrutura organizacional, atividades de planejamento, responsabilidades, práticas, procedimentos, processos e recursos para desenvolver, implementar, atingir, analisar criticamente e manter a política ambiental”.

Um dos motivos que estimulam as organizações a implantarem um sistema de gerenciamento ambiental é a possibilidade de obter vantagens competitivas e adequação aos aspectos legais exigidos.

Segundo LISSENDEN (1999), a ISO 14001 fornece uma estrutura de SGA que possibilita à empresa equilibrar as demandas de cliente e, ao mesmo tempo, melhorar a eficácia interna, reduzir as perdas e se adaptar aos regulamentos sobre o meio ambiente.

De acordo com FERREIRA (1999), o modelo de SGA proposto é semelhante ao método de gestão denominado de Ciclo PDCA (Plan, Do, Check, Action), isto é, “Planejar, Fazer, Controlar e Agir”, comumente aplicado para gerenciamento de sistemas de qualidade.

“O sucesso do sistema depende do comprometimento de todos os níveis e funções, especialmente da alta administração. Esta norma não estabelece requisitos absolutos para o desempenho ambiental além do comprometimento, expresso na política ambiental, de atender à legislação e regulamentos aplicáveis e com melhoria contínua” (NBR ISO 14001:19996).

O Sistema de Gestão Ambiental indicado na Série de Normas ISO 14000 baseia-se no aprimoramento contínuo com estabelecimento de objetivos e metas, revisão destes, além de ações preventivas e corretivas para acidentes e emergências. Levando, assim, a organização a um processo de aperfeiçoamento de suas relações com o meio ambiente. Não existem inconsistências com a série ISO 9000, já que ambas

baseiam-se na mesma filosofia (REIS, 1996), (CULLEY, 1996), (LAMPRECHT, 1996).

Enquanto a ISO 14001 apresenta os requisitos para o SGA, e, é a versão certificável da série; a ISO 14004 é um guia que fornece os princípios para a efetiva implementação do SGA. Ela inclui perguntas orientativas e prevê uma revisão ambiental inicial.

As organizações devem decidir se querem implantar um SGA em conformidade com a Norma e se irão certificá-lo.

Dentre os benefícios apontados por LISSENDEN (1999), na certificação ISO 14001, aquele que se destaca é o da redução dos custos operacionais, através de uma análise de fluxo de perdas e procedimentos, que ajudem a empresa a otimizar os processos : “reduzir, reciclar e reutilizar”.

Similarmente, VALLE (1995), apud BELLO et al. (1998), conceitua poluição como uma forma de desperdício e um indício da ineficiência dos processos produtivos. Resíduos industriais representam, na maioria dos casos, perdas de matérias-primas e insumos e, a sua redução, constitui-se em vantagem significativa da gestão ambiental.

Outro benefício óbvio é a redução dos riscos de multas por organismos ambientais regulamentadores.

Pode-se citar, ainda, como vantagem, motivação dos empregados, diminuição de faltas ao trabalho, diminuição do risco de acidentes ambientais, satisfação da comunidade e crescimento da consciência ambiental, entre outros.

Apesar dos muitos benefícios da certificação, ela não é garantia de que o processo produtivo de uma organização é ambientalmente adequado (MAGNANI et al, 1999).

Para FERREIRA (1999), a NBR ISO 14001 não exige nada além do comprometimento da organização com os regulamentos aplicáveis, estabelecidos pela própria organização em sua Política Ambiental, e com a melhoria contínua do seu SGA.



Deve-se observar, porém, que existe a necessidade de conformidade à legislação ambiental aplicável.

A norma ISO 14001, segundo BELLO (1998), pode ser resumida como o reconhecimento dos impactos ambientais negativos, causados pela empresa e a elaboração de um plano de mitigação e melhoria contínua.

Assim como a ISO 9000 não garante a qualidade do produto, mas um processo produtivo certificado com sistema de qualidade definido, a ISO 14001 não significa ausência de poluição ou nenhum impacto negativo ao ambiente.

A revisão da ISO 14001, aprovada na reunião do TC207 em Seul, leva em consideração interesses de ambientalistas, empresas e outras partes interessadas. O Brasil, através de posição concensada na ABNT/CB-38, é a favor de uma norma levemente mais restritiva, bem delineada, que favoreça sistemas de gestão melhor definidos e bem correlacionados com a melhoria do desempenho ambiental. Esta revisão irá focar alguns pilares, entre eles: compatibilização com a ISO 9001:2000, melhor definição dos requisitos de aspectos/impactos ambientais e sua avaliação, melhor definição dos requisitos de prevenção da poluição, clarificação dos requisitos legais e correlações com os aspectos de saúde e segurança ocupacional.

Conforme SPIRES (1998), “*ISO 14000 é um meio e não o fim*”. A própria norma NBR ISO 14001:1996 alerta para o fato de que o simples atendimento aos seus requisitos, não garante o melhor desempenho da organização:

“(…) tais análises e auditorias podem não ser suficientes para proporcionar a uma organização a garantia de seu desempenho. (...) O sucesso do sistema depende do comprometimento de todos os níveis e funções especialmente da alta administração”.

Segundo HART, 1997,

“A adoção do SGA baseado na Norma NBR ISO 14001, contribui para a qualidade ambiental e conduz para a consecução dos pressupostos do desenvolvimento sustentável, que busca suprir a necessidade da atual

geração, melhorando sua condição de vida e assegurando sua efetiva participação nos processos decisórios, a fim de atender às necessidades e aspirações humanas, garantindo a base de recursos para as gerações futuras” (HART, 1997).

Desenvolver e implantar um SGA em uma organização, significa criar e institucionalizar a função empresarial denominada Gestão Ambiental, da mesma forma que outras funções já tradicionalmente aceitas: função de Desenvolvimento de Negócios, função de Marketing, função de Planejamento, função de Produção, função de Gestão de Recursos Empresariais, entre outras.

De acordo com MAIMON (1999), para a institucionalização da função Gestão Ambiental na organização, é preciso ressaltar algumas condições ou princípios, em que ela deverá se basear. São as etapas de um SGA, apresentadas sob a forma de princípios:

- Política Ambiental: uma organização deverá definir sua política ambiental e garantir compromissos para o seu sistema de gestão ambiental;
- Planejamento: uma organização deverá formular um plano que satisfaça e realize a sua política ambiental;
- Implementação e Operação: uma organização deverá desenvolver conscientização, envolvimento, capacidades e mecanismos de suporte necessários para o atingimento de sua política, objetivos e metas ambientais;
- Verificação e Ação Corretiva: uma organização deverá monitorar, mensurar e avaliar o seu desempenho ambiental, bem como propor e implementar medidas destinadas à sua otimização;
- Análise Crítica: uma organização deverá inspecionar e aperfeiçoar continuamente o seu sistema de gestão ambiental, com o objetivo de otimizar o seu desempenho ambiental global.

### **3.12 As Etapas para Implantação de um Sistema de Gestão Ambiental**

Para implantar um sistema de gestão ambiental, é necessário preparar uma série de documentos. A estrutura desses documentos é baseada em cinco etapas, de elementos seqüenciais, citadas anteriormente, que são definidos na Norma NBR ISO 14004 (Norma guia para implementação do SGA), e trata-se de um processo em equilíbrio dinâmico retroalimentado (SOUZA, 2000).

#### **3.12.1 Primeira Etapa: Definição da Política Ambiental**

Na primeira etapa da implementação, estabelece-se a política ambiental, que é a força motriz para a implantação e aprimoramento, de forma a manter e aperfeiçoar seu desempenho ambiental. Constitui a base para o planejamento do SGA. È nesta fase que se considera questões como:

- programas de minimização de resíduos;
- programas de redução do consumo: de energia, água e insumos;
- atendimento à legislação;
- comprometimento com a melhoria contínua;
- redução de impactos adversos de seus produtos e serviços.

#### **3.12.2 Segunda Etapa: Planejamento**

Definida a política, realiza-se o planejamento ambiental, que se destina a fornecer um processo para que a organização identifique seus aspectos ambientais significativos, que devem ser abordados prioritariamente. As organizações determinam o que é um aspecto ambiental, levando em consideração os insumos e resultados associados às suas atividades, produtos e serviços e exigências definidas pela legislação e normas. A partir daí, a organização estabelece seus objetivos e metas, que serão monitorados através de um programa de gestão ambiental.

### 3.12.3 Terceira Etapa: Implantação e Operação

Para implantação do SGA, deverá haver uma conjunção harmônica entre três elementos básicos de qualquer organização humana: os recursos físicos (instalações, equipamentos, materiais, etc.), os procedimentos (normas e regras) e os recursos humanos (corpo funcional).

Segundo CAMPOS (1992), os recursos físicos da organização constituem o seu *hardware*, os procedimentos o seu *software* e os recursos humanos constituem o *humanware*. Para que a organização tenha a máxima produtividade, devem ser adotadas medidas que melhorem o *hardware*, o *software* e o *humanware*, conjuntamente.

No SGA, os mesmos princípios de produtividade são empregados, o desenvolvimento da capacitação interna inclui os recursos humanos, os recursos financeiros e os recursos físicos, portanto deve-se estabelecer e manter procedimentos para identificação das necessidades de treinamento.

O perfeito funcionamento do SGA depende da implementação na empresa de um sistema de documentação eficaz. A documentação ambiental deve descrever os principais elementos do SGA e sua interação, além de fornecer orientação para a obtenção de informações mais detalhadas sobre a operação de partes específicas deste sistema. Por conseguinte, deve conter:

- informações sobre o processo;
- organogramas;
- padrões internos e procedimentos operacionais e
- planos de emergências.

### 3.12.4 Quarta Etapa: Verificação e Ação Corretiva

Após a implantação e operação, entra a fase de verificação de sua eficiência. O desempenho ambiental da organização deve ser verificado, identificando as eventuais não conformidades, para que sejam implementadas as ações corretivas que se fizerem necessárias.

Para que o sistema implementado assegure o desempenho ambiental da organização, é necessário que sejam realizadas medições e monitoramentos sistemáticos desse desempenho, gerando ações corretivas e preventivas, com vistas às revisões da política e dos objetivos e metas, sempre que necessário.

Para completar esta etapa, a auditoria do SGA possui programas e procedimentos, que abrangem as atividades e áreas a serem consideradas nas auditorias, a frequência das auditorias, as responsabilidades associadas à gestão e condução de auditorias, a comunicação dos achados das auditorias, a competência do auditor e como as auditorias serão conduzidas.

### **3.12.5 Quinta Etapa: Análise Crítica**

Para manter a característica de melhoria contínua, adequação e eficácia do SGA e, conseqüentemente, seu desempenho ambiental, faz-se necessária uma análise crítica, através de uma revisão do SGA, a intervalos definidos.

O escopo da revisão deverá ser abrangente, embora nem todos os componentes do SGA precisem ser revistos ao mesmo tempo. O processo de revisão poderá ocorrer ao longo de um determinado período de tempo, incluindo:

- resultados de auditorias, à medida que os objetivos e metas forem alcançados;
- a adequação contínua do SGA, em relação às condições e informações em alteração;
- interesses das partes relevantes;
- observações, conclusões e recomendações deverão ser documentadas para que as ações necessárias sejam empreendidas.

É importante relatar aqui, que o SGA fornece um processo estruturado para a melhoria contínua, cujo ritmo será determinado pela organização em função de várias circunstâncias, inclusive econômicas. Embora alguma melhoria no desempenho ambiental possa ser esperada, devido à adoção de uma abordagem sistemática, deve-se entender, porém, que é uma ferramenta que permite à organização alcançar e, sistematicamente, controlar o nível de desempenho ambiental que ela mesma estabelece.

A criação e operação do SGA não resultarão, por si só, numa redução mediata de impacto ambiental adverso.

A Figura 12 do modelo adaptado de SGA, proposto pela NBR ISO 14001, ilustra as etapas para implementação do SGA.

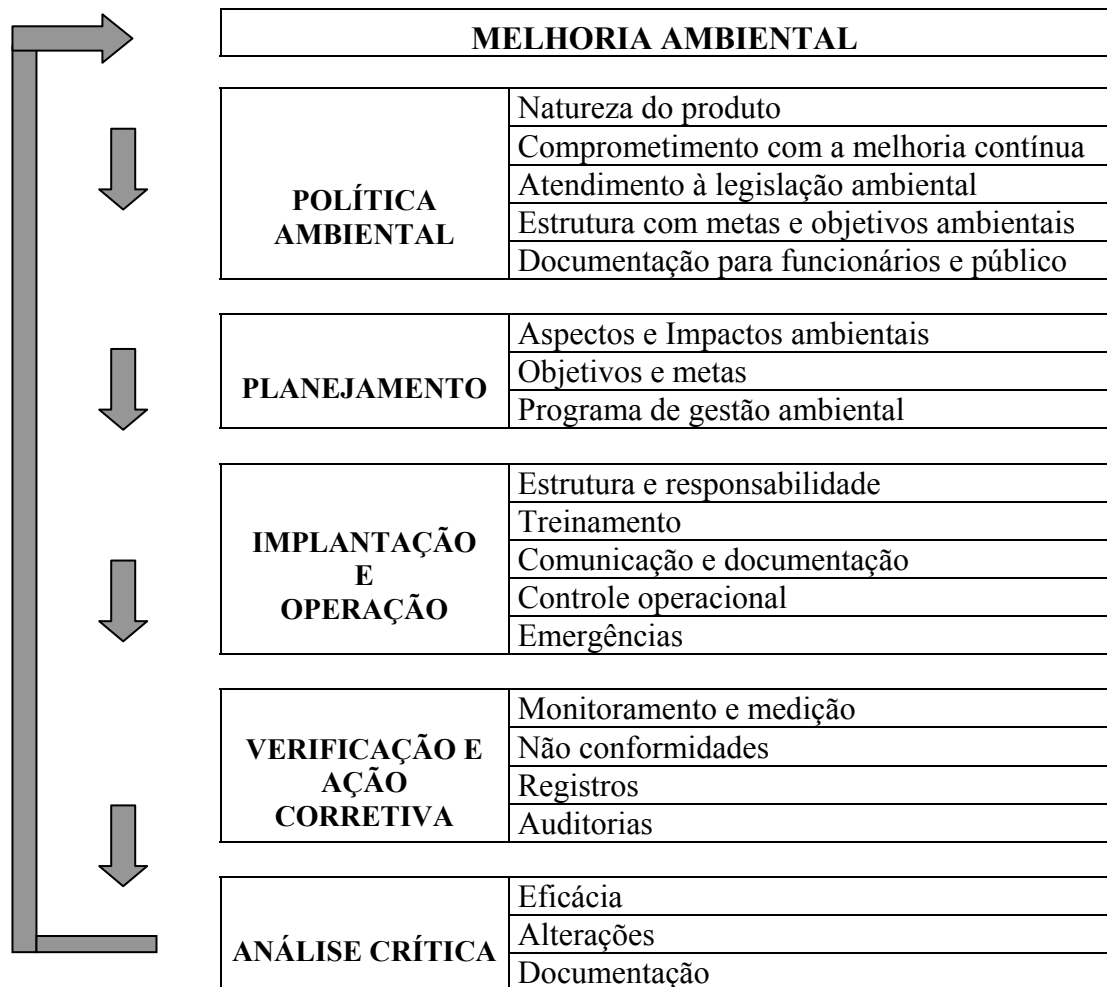


Figura 12 – Modelo adaptado de SGA proposto pela NBR ISO 14001  
Fonte NBR ISO 14001:1996.

Para realizar de forma adequada as etapas para implantação do SGA, com base nos requerimentos das normas nacionais e internacionais, que lhes são afetadas, há uma série de atividades típicas, envolvendo basicamente: análises ambientais, avaliações ambientais, análises documentais de métodos, processos e procedimentos, análises de conformidade, formulação de métodos, processos e procedimentos, planificação de ações corretivas e preventivas, monitoração e avaliações de resultados e replanificações.

Os SGA demandam equipes multidisciplinares. Todavia, requerem mais três ingredientes importantes, a saber:

- envolvimento da alta administração da organização, com relação às suas necessidades e aos seus princípios e compromissos;
- envolvimento direto dos funcionários da empresa, sobretudo aqueles que serão investidos da responsabilidade de multiplicar conceitos, processos, princípios e compromissos;
- todos os analistas envolvidos, internos e externos, precisam ter domínio de técnicas e práticas de gestão empresarial.

### **3.13 Implementação e Certificação de Sistemas de Gestão Ambiental**

Visando melhorar a relação natureza/economia, muitas organizações procuram modelos para melhor gerenciar as questões relacionadas ao meio ambiente, adotando Sistemas de Gestão Ambiental, que atuem sobre o processo cotidiano da manutenção e melhoria dos níveis de viabilidade ambiental de empreendimentos operacionais.

Os SGA não são obrigatórios, ou seja, não há legislação de qualquer nível, em qualquer lugar do mundo, que obrigue uma organização produtiva a realizar o desenvolvimento e a implantação de seu SGA. No entanto, as organizações cumprem os aspectos legais referentes ao meio ambiente?

Muitas organizações decidem implementar sistemas de gestão ambiental por motivos diversos. Algumas afirmam ou acreditam, que um certificado como, por exemplo, o da ISO 14001, facilita a entrada de seus produtos em determinados mercados ou empresas; outras consideram as melhorias no processo, advindas de um melhor controle ambiental, um bom motivo para a implementação (MEIO AMBIENTE INDUSTRIAL, 2003).

A verdade é que, cada vez mais, empresas no Brasil e no mundo estão implementando sistemas de gestão ambiental e buscando uma certificação para estes sistemas.

As Figuras 13 e 14 apresentam a distribuição de certificações por região e por setor, ocorridas entre os anos de 2002, quando haviam 600 empresas certificadas, e 2003, quando alcançamos a marca histórica das 1000 certificações ISO 14001 no Brasil.

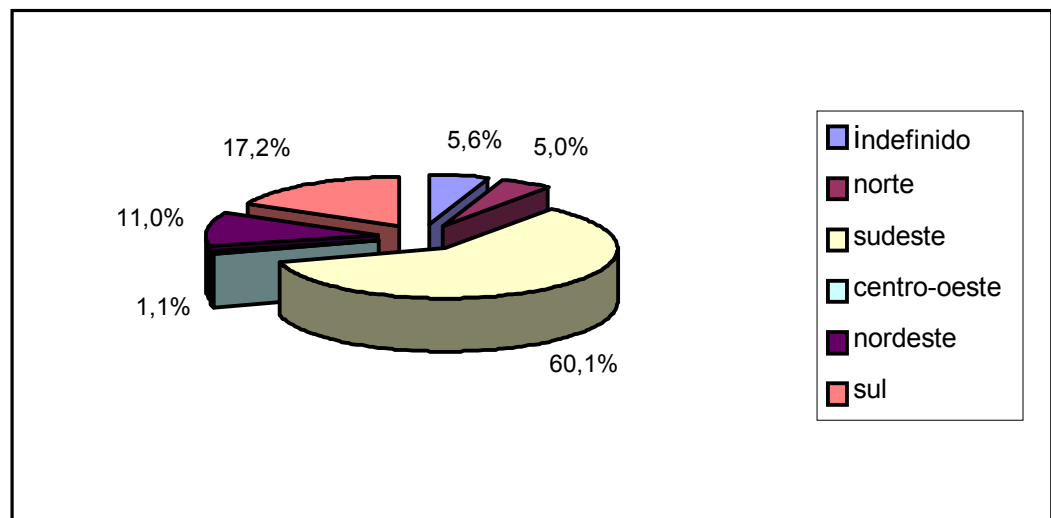


Figura 13 – Estatística de certificações ISO 14001 no Brasil, por regiões  
Fonte: Revista Meio Ambiente Industrial, maio/junho 2003.

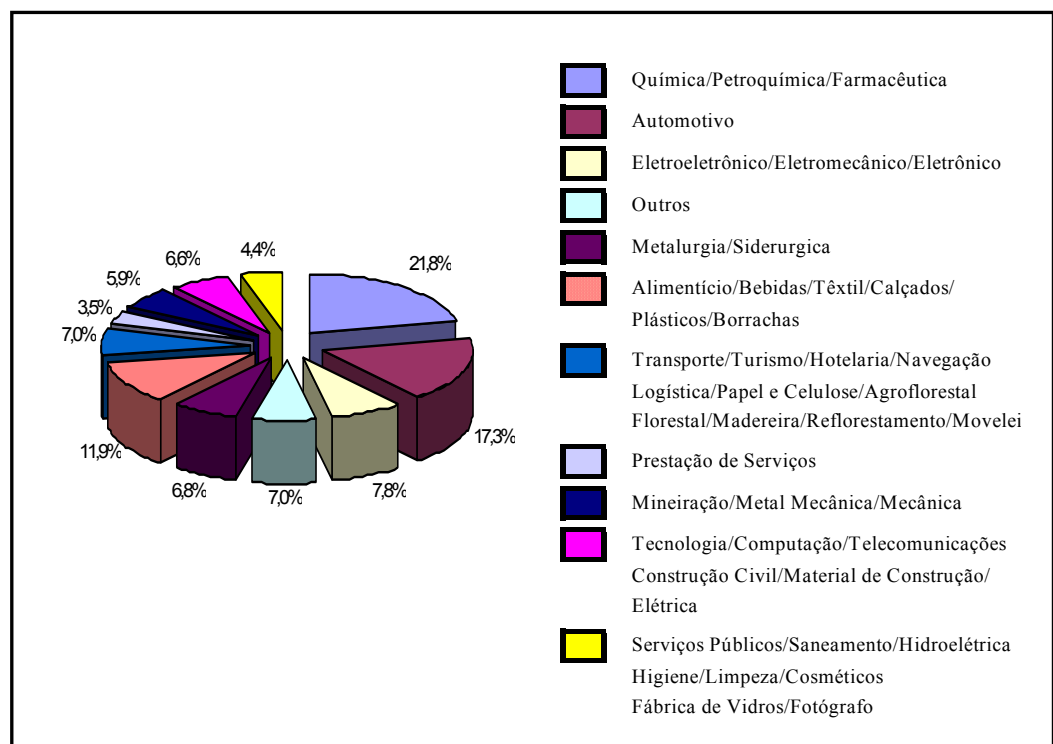


Figura 14 – Estatísticas de certificações ISO 14001 no Brasil, por setor  
Fonte: Revista Meio Ambiente Industrial, maio/junho 2003.



A forma de implementação do SGA não se diferencia muito da forma de implementação dos sistemas da qualidade, no que tange à decisão da organização em optar por um trabalho de implementação própria ou pela contratação de uma consultoria especializada no assunto. Muitas metodologias de implementação vêm surgindo no Brasil. Basicamente, existem duas grandes vertentes: a mais conhecida por “modelos convencionais de implementação”, com forte influência britânica (da Norma BS 7750) e a vertente com influência das escolas de implementação escandinavas e canadenses.

Segundo SCHERER (1999), a primeira vertente, a “convencional”, apresenta três características básicas:

- grande detalhamento na fase de levantamento de aspectos ambientais, sem a devida preocupação quanto à viabilidade futura da manutenção e atualização destes registros;
- ênfase inicial na formação de auditores (controle) e não na de implementadores (aprendizagem);
- pouca preocupação em incorporar o conceito de partes interessadas e gestão participativa no processo.

A segunda vertente procura, por sua vez, focar mais na ótica de melhoria do desempenho ambiental, dando maior atenção aos controles através de monitoramentos e medições.

Ainda segundo SCHERER (1999), a crítica aos modelos convencionais surgem da percepção e reflexão sobre alguns riscos associados a estes modelos:

- a visão estreita e determinista de implementação;
- a burocratização normativa;
- a perda de foco e eficiência;
- o stress organizacional (auditoria enquanto controle);
- a ausência de instrumentos de aprendizagem.

Na visão de SCHERER (1999), os modelos convencionais não agregam ao processo de implementação conceitos importantes, tais como: gestão participativa, aprendizagem organizacional e ecoeficiência produtiva e econômica.

A segunda vertente de implementação, normalmente, utiliza-se de mecanismos de auto-superação de performance, que podem ser mais úteis à garantia de desempenho ambientalmente correto, tais como:

- os instrumentos de gestão participativa e visual de desempenho;
- os programas e estímulos econômicos à melhoria e à inovação ambiental;
- os programas de capacitação contínua e de auto-superação.

Ambas as vertentes possuem metodologias utilizadas por organizações para a implementação de seus sistemas, que obtiveram sucesso e garantiram os certificados pela ISO 14001

Considerando-se as diferenças existentes entre as organizações e suas culturas, acredita-se que há vantagens e desvantagens nos dois tipos de metodologias. Por conta desse contexto, o número cada vez maior de organizações buscando a certificação ambiental, através da série de Normas NBR ISO 14000, coloca a gestão ambiental no mesmo plano já alcançado pela gestão da qualidade, criando mais um fator condicionante para o êxito das organizações no mercado globalizado (VALLE, 1995).

A série de Normas NBR ISO 14000, que são ferramentas para resoluções de problemas de impactos ambientais com uma visão mais abrangente, propondo um SGA com atividades ambientais corretas, desde a extração da matéria-prima até a destinação do pós uso do produto ou serviço, determina que a organização tenha controle sobre sua interação com o meio ambiente e sobre a geração dos impactos ambientais significativos, reais ou potenciais. A NBR ISO 14001 exige o compromisso da organização com a melhoria contínua e com o atendimento da legislação, mas não estabelece requisitos absolutos para o seu desempenho ambiental.

### **3.14 Gestão de Custos Ambientais**

Nenhuma organização, no decorrer de seus processos de administração, realiza investimentos e dispêndios sem controle. Na implantação do SGA, que exige mobilizar pessoas, elaborar procedimentos, auditorias, treinamentos, nenhuma ação é

aprovada pela alta administração, sem uma clara identificação dos custos envolvidos e sem uma quantificação do retorno desses investimentos para a organização.

Um investimento em melhoria ambiental precisa ser visto da mesma forma que qualquer outro investimento da organização, porém, a maioria das organizações não conhece seus custos ambientais (MOURA, 2000).

A qualidade ambiental, integrada ao sistema global da organização, pode e deve ser mensurada em termos de custos, embora exista no início do processo, dificuldade em se quantificar o que significa, realmente, qualidade ambiental e não seja tarefa fácil enquadrar os custos de qualidade ambiental nos sistemas contábeis normais da organização.

De acordo com MOURA (2000), a linguagem dos custos, além de ser universal, é aquela mais compreendida pela alta administração, permitindo-lhe realizar escolha correta e visualizar de forma precisa (quantificada) grande parte dos benefícios e lucros decorrentes para a organização da implantação dos programas de gestão ambiental.

Mesmo a obtenção de respostas qualitativas sobre custos, com classificação do tipo alto/médio/baixo, já resulta em benefícios, justificando a implantação de um SGA e de uma estrutura de controle de custos, vinculada ao levantamento dos aspectos e impactos ambientais. Esse trabalho irá mostrar quais são os setores ou áreas, que os custos são mais elevados, ou existem perdas maiores, demandando uma maior atenção do SGA. A alta administração poderá utilizar as informações obtidas para avaliar, selecionar e definir prioridades, realizando os investimentos que proporcionem os melhores retornos.

As melhorias ambientais previstas devem ser evidenciadas como uma mistura de atributos qualitativos (por exemplo, a satisfação dos clientes), com medidas de desempenho quantificáveis, de modo a permitirem uma correta seleção, ao longo do processo de tomada de decisão sobre o melhor investimento a realizar.

É importante lembrar, que os resultados de melhoria da qualidade ambientais demoram muito para aparecer, podendo ocorrer desmotivação das equipes e

falta de apoio da alta administração. Os programas de prevenção envolvendo treinamento e motivação costumam ser demorados e sua real assimilação pela organização é lenta. Os grandes investimentos em melhorias ambientais exigem projeto longo, aquisições de materiais e obras de engenharia e montagem, com os resultados somente aparecendo em outros exercícios financeiros, aumentando o “custo ambiental” presente sem um retorno visível a curto prazo (SOUZA, 1998).

Como conciliar esses fatores para aumentar a motivação é uma tarefa difícil, que cabe aos gerentes solucioná-las.

A variável ambiental colabora com a redução de “custos ambientais”, através de reduções de desperdícios de matérias-primas, energia, multas e custos de remediação decorrentes de uma postura ambiental displicente.

### **3.15 Uso Criterioso dos Recursos da Organização**

As organizações que tratam com descaso seus problemas ambientais tendem a incorrer em custos mais elevados com multas, sanções legais, além da imagem da organização e da perda de competitividade de seus produtos em um mercado, cujos consumidores valorizam, cada vez mais, a qualidade de vida e, conseqüentemente, produtos e processos produtivos em harmonia com o meio ambiente (MOURA, 2000).

Todas as atividades realizadas visando a melhoria de processos ou produtos com relação ao meio ambiente acarretam o dispêndio de recursos financeiros. A própria existência de um SGA envolve custos e mão de obra de várias áreas da organização em sua fase de planejamento, através da identificação de aspectos e impactos ambientais, fixação de objetivos e metas, definição de um plano de ação, custos com laboratórios de ensaios contratados, custos com auditorias, etc, e, eventuais ganhos e economias de energia elétrica, matérias-primas, entre outros. Através da implementação de um SGA, pode-se vir a obter menores custos de conformidades, e uma redução de riscos, o que se reflete também em custos (SOUZA, 1998).

De acordo com MOURA (2000), os custos operacionais são reduzidos pela eliminação de perdas e desperdícios e pela racionalização do uso dos recursos

humanos, físicos e financeiros, bem como redução de acidentes e de passivos ambientais. Isso reflete em menores despesas com as ações reais a serem tomadas em emergências e ações corretivas da instalação, realizadas após as emergências. Além de redução das despesas com ações legais decorrentes de acidentes, benefícios não mensuráveis com relação à melhoria da imagem da organização, maior aceitação do produto pelo mercado e melhor funcionamento interno da organização, decorrente da maior motivação das pessoas.

Para se analisar a questão dos custos e as prioridades com que devem ser realizados os investimentos, é necessário obter respostas para os seguintes itens:

- quais são os aspectos e impactos ambientais que impõem os maiores custos para a organização;
- quais são os requisitos da legislação que impõem os maiores custos para a organização;
- quais são as atividades de maior risco, portanto de impor os maiores prejuízos financeiros;
- quais são os elementos do SGA que acarretam os maiores custos;
- quais são os elementos que oferecem as melhores possibilidades relacionadas a ganhos financeiros e potencial para redução de custos.

A adoção de um SGA, seguindo uma determinada norma técnica, por exemplo a NBR ISO 14001, apresenta inúmeras vantagens, pois se trata de um processo estruturado e organizado de administração, elaborado por milhares de horas de cabeças pensantes de todo o mundo, que se reuniram e trabalharam na busca de uma ferramenta simples e eficaz para implementar as melhorias pretendidas. Ao mesmo tempo, por se tratar de um processo padronizado, ficará muito mais fácil o diálogo com profissionais de outras organizações e, em última análise, com o próprio público que hoje já tem uma boa noção sobre o significado da norma e seus requisitos (SOUZA, 1998).

O grupo designado pela alta administração para implementar a norma irá realizar um trabalho inicial de diagnóstico ambiental, que revelará a situação atual da organização. A fase seguinte, de planejamento, explorará melhor a definição dos aspectos e impactos ambientais, a fixação de objetivos e metas ambientais (aonde se quer chegar, via de regra derivados da política ambiental da organização) e a preparação

de um plano de ação, que é a ferramenta que será acompanhada por todos na organização ao longo da implantação do sistema. Nessa ocasião, já estarão delineados todos os elementos principais de custos, que serão melhor desenvolvidos para apresentação dos orçamentos à alta administração, que decide o rumo estratégico da organização e as prioridades de investimentos.

Segundo MOURA (2000), para que esse trabalho seja bem feito, é necessário compreender os custos ambientais da organização e verificar os valores do SGA na sua contribuição para o valor da organização, tendo como premissas:

- a verificação do interesse ambiental dos clientes;
- a implementação de tarefas de identificação de custos, logo nas atividades iniciais de planejamento e implantação do SGA;
- a análise inicial dos custos de uma forma grosseira (qualitativa) e acrescentar detalhes quantitativos mais precisos ao longo do tempo, para categorias mais significativas em custo;
- o exame dos custos intangíveis (ocultos);
- a aplicação de técnicas de análise financeira para selecionar as opções de melhorias ambientais e os objetivos e metas;
- a identificação de indicadores de desempenho quantificáveis, em que sejam utilizadas informações de custos ambientais.

É importante que exista a possibilidade de comparar os custos ambientais da organização com os custos que ela teria, se não houvesse um SGA (multas, perdas devidas a desperdícios, etc.), de forma a permitir decisões corretas a respeito de investimentos.

### **3.16 Benefícios Resultantes da Gestão de Custos Ambientais**

Em muitas organizações, a “importância” do SGA, ou a própria área ambiental somente é dada na obtenção de uma certificação pela NBR ISO 14001, o que é incorreto, pois conseguir melhorias ambientais em uma determinada planta ou produto já é um sinal de avanço. A certificação deve ser vista como um reconhecimento e

atestado de desempenho, emitido por uma entidade externa, não devendo ser este apenas o único valor a ser perseguido.

A polêmica "lei de crimes ambientais" (9.605/98) colocou definitivamente em destaque essas questões, pois estabelece a responsabilidade da pessoa jurídica, inclusive penal, chegando à possibilidade da liquidação da empresa, em certos casos, e à transferência de seu patrimônio para o Patrimônio Penitenciário Nacional. Nenhuma lei ambiental mereceu tanta atenção no mundo dos negócios (SÍCOLI, 2000).

Enquanto algumas empresas se perguntam quanto custa implantar um sistema de gestão ambiental, outras chegam à conclusão de que fica muito mais caro não ter o sistema, face aos diversos riscos a que estão sujeitas, como acidentes ambientais, multas, processos na justiça, custos de remediação de passivos, danos à imagem, barreiras à exploração de seus produtos, perda de competitividade, etc, conforme mostra a Figura 15 (WEVER, 1996).

Com certeza, a visibilidade de um certificado perante as exigências de certos mercados influenciam fortemente a decisão de muitas organizações (VITERBO JR., 1998).



Figura 15 – Custos com a não implantação de um SGA  
Fonte: Adaptado de WEVER, 1996.

De acordo com MOURA (2000), existem outras vantagens obtidas com a realização de melhorias de desempenho ambientais, que tornam a organização mais competitiva, como por exemplo:

- maior eficiência no uso de matérias-primas;
- redução das despesas com a disposição final dos resíduos sólidos;
- maior eficiência gerencial resultante de uma maior sintonia de trabalho entre os responsáveis pelas compras, pelo projeto, pela produção e manutenção que passam a perseguir a mesma meta de melhoria de desempenho da organização, não apenas do ponto de vista ambiental;
- redução de emissões gasosas;
- redução de multas por descumprimento de requisitos legais;
- redução de reservas monetárias feitas pela organização como um atoseguro para cobrir eventuais indenizações decorrentes de problemas ambientais;
- redução de interrupções de funcionamento devido a incidentes e problemas ambientais;
- redução no uso de materiais perigosos;
- redução dos riscos de acidentes ambientais e acidentes de trabalho.

### **3.17 Gestão de Pessoas**

As organizações são constituídas de pessoas e dependem delas para atingir seus objetivos e cumprir suas metas e missões. E para as organizações, constituem o meio pelo qual elas podem alcançar vários objetivos pessoais com um mínimo de tempo, esforço e conflito (DUTRA, 2002).

Muitos dos objetivos pessoais jamais poderiam ser alcançados apenas por meio de esforço pessoal isolado. As organizações surgem para aproveitar a sinergia dos esforços de várias pessoas que trabalham em conjunto. Sem organizações e sem as pessoas, certamente não haveria Gestão de Pessoas. Termos como empregabilidade são



usados para mostrar, de um lado, a capacidade das pessoas de conquistar e manter seus empregos e, de outro, a capacidade das empresas para desenvolver seus objetivos empresariais e utilizar habilidades intelectuais e competidores de seus membros (CHIAVENATO, 1999).

Todo processo produtivo somente se realiza com a participação conjunta de diversos parceiros, cada qual contribui com algum recurso. Os fornecedores contribuem com as matérias-primas, insumos básicos, serviços e tecnologias. Os acionistas e investidores contribuem com o capital e investimentos, que permitem o aporte financeiro para aquisição de recurso. Os empregados contribuem com seus conhecimentos, capacidades e habilidades, proporcionando decisões e ações que dinamizam a organização. Os clientes e consumidores contribuem para a organização, adquirindo seus bens ou serviços colocados no mercado.

Cada um dos parceiros da organização contribui com algo, na expectativa de obter um retorno pela sua contribuição. Do mesmo modo que, cada parceiro está disposto a continuar investindo seus recursos, na medida em que obtém retornos e resultados satisfatórios de seus investimentos.

Dentro deste contexto, as organizações modernas estão cada vez mais preocupadas em direcionar os investimentos no desenvolvimento humano, de forma que agreguem valor para as pessoas e para a empresa.

A capacitação pessoal é a melhor forma de atingir seus objetivos e para se iniciar um processo de gestão. Uma das ferramentas para essa gestão estão nos modelos de sistemas como os de Qualidade e Gestão Ambiental, de acordo com as Normas NBR ISO 9000 e 14000, respectivamente, que têm como âncora de sustentação o treinamento dos funcionários envolvidos no sistema.

Num SGA, organização deve identificar as necessidades de treinamento de seus recursos humanos. Devendo, também, determinar que todo pessoal, cujas tarefas possam criar um impacto significativo sobre o meio ambiente, receba treinamento apropriado.

Segundo VITORINO (1997), o treinamento é a fase crucial da implantação do SGA: *“não é tarefa simples inculcar em todos os funcionários os conceitos de prevenção da poluição, aspectos e impactos ambientais, entre outros”*.

### **3.18 Análise Crítica do Embasamento Teórico**

A carência de sistemas de tratamento de esgoto no Brasil é uma realidade que perpassa as questões puramente financeiras, visto que, por exemplo, na cidade de Araraquara foi possível a implantação da ETE com recursos próprios do Município. Portanto, essa é uma questão de vontade política para buscar soluções.

Mas, mesmo as ETE's existentes não funcionam bem, e o principal motivo dessa realidade está na falta de integração entre todas as partes que a compõem, desde a entrada do afluente, o tratamento em si, os insumos utilizados, os resíduos gerados e a condição do esgoto tratado a ser lançado no corpo receptor. Agravando ainda essa problemática, está a falta de capacitação e despreparo de profissionais que, muitas vezes, se vêem sozinhos para lidar com questões ambientais tão amplas.

O desenvolvimento dos sistemas de tratamento de esgotos não anda na mesma velocidade das questões da evolução e consumo da população. Em menos de 30 anos, o Brasil passou de 90 milhões para uma população de 170 milhões e, como agravante, houve uma inversão da relação entre a população da zona urbana e da zona rural. Hoje, há uma concentração de 80% da população alocada na zona urbana, intensificando as questões de consumo.

Partindo se da premissa de que os sistemas de esgotamento sanitário têm como papel principal a melhoria das condições ambientais e de saúde pública, percebe-se uma significativa evolução.

A Figura 16 mostra essa evolução, partindo do lançamento do esgoto “in natura” no corpo receptor para o tratamento do esgoto, passando pela estação de tratamento, e só depois deste, ser lançado no corpo receptor.

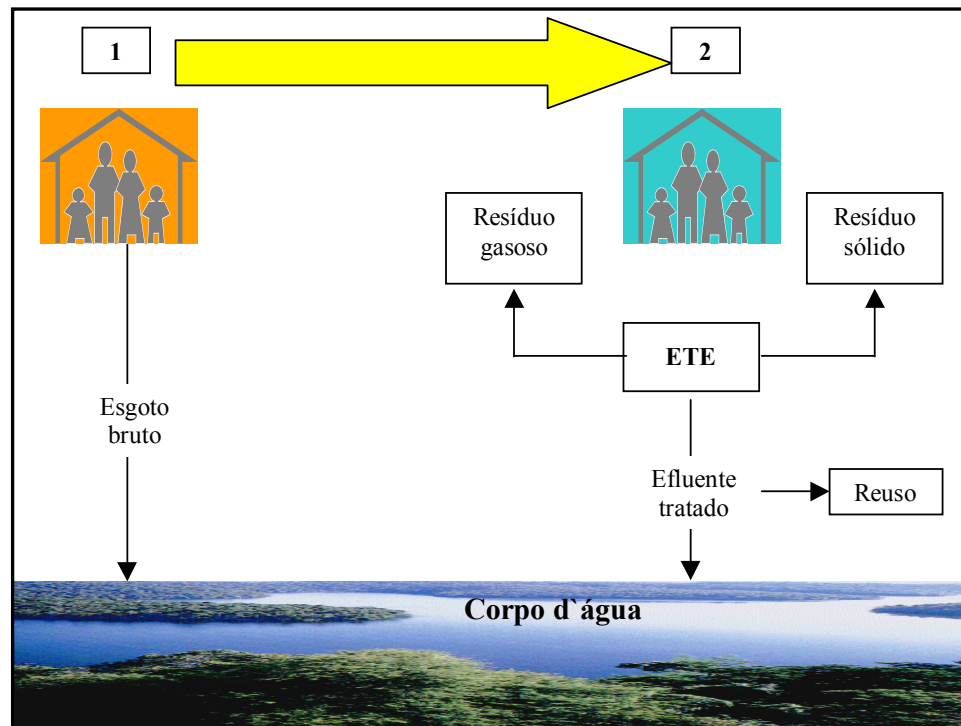


Figura 16 – Evolução da disposição dos esgotos

O avanço da situação 1 para a situação 2 é indiscutível, porém, há de se perguntar se nessa situação a melhoria das condições ambientais tem sido realizada com efetividade. O fato de se ter a ETE, garante um sistema ambientalmente adequado?

A água que vem do meio ambiente, depois de utilizada é transformada em esgoto, o qual, em algumas vezes, passa por sistemas de tratamento. Mas, na maioria delas, retorna ao meio ambiente na forma de resíduos líquidos, sólidos e gasosos.

O tratamento dos esgotos sanitários, antes de seus lançamentos em qualquer corpo d'água, tem como objetivo:

- prevenir e reduzir a disseminação de doenças transmissíveis causadas pelos microorganismos patogênicos;
- conservar as fontes de abastecimento de água para uso doméstico, industrial e agrícola;
- manter as características da água necessária à piscicultura;
- fazer a manutenção das águas para banho e outros propósitos recreativos ;
- preservar a fauna e flora aquáticas.

Esses objetivos estão sendo cumpridos efetivamente?

O grau necessário a ser alcançado num determinado sistema de tratamento de esgotos varia de um lugar para o outro e depende dos seguintes requisitos:

- usos preponderantes das águas receptoras a jusante do ponto de lançamento dos esgotos;
- capacidade do corpo de água em assimilar, por diluição e autodepuração, o líquido tratado ;
- exigências legais estabelecidas pelos órgãos de controle de poluição para corpo receptor em apreço.

Esses requisitos estão sendo considerados efetivamente?

As empresas de saneamento deveriam ser as primeiras a fomentar que o tratamento de esgoto fosse adequado ambientalmente, até mesmo pelo simples fato de sua própria sustentabilidade.

Ao analisar os modelos propostos de gestão integrada dos sistemas de esgoto (como demonstrado na Figura 11, página 25), percebe-se lacunas ao relacioná-los ao Sistema de Gestão Ambiental, discutidos anteriormente. Não foram apresentadas, por exemplo, preocupações com os possíveis resíduos gasosos advindos do tratamento de esgoto, nem tão pouco com as implicações legais, que essas plantas pressupõem. Sem falar em questões como ecoeficiência, produção mais limpa, integração com sistemas de tratamento de água, gestão de pessoas, entre outros.

Isso, também, pode ser observado nos Quadros de VON SPERLING (1996), Anexo 1, que demonstram as vantagens e desvantagens de cada sistema de tratamento de esgotos. Há nessas comparações uma análise detalhada com relação às questões tecnológicas, porém questões tão importantes como as gerenciais e ambientais não são citadas.

Mesmo nas visões mais avançadas, a “gestão integrada” acontece apenas no âmbito tecnológico e, em momento algum, na gestão ambiental.

Há de se agregar a esses “modelos tecnológicos de ETE’s”, aspectos que perpassam a simples convenção: coleta, tratamento e disposição final, para aspectos que são multidisciplinares e que exigem uma visão sistêmica do negócio.

Os gerentes das ETE’s precisam, hoje, ter uma visão holística de todo o sistema, buscar capacitação, desenvolvimento técnico e perceber que a sociedade, através dos diversos meios como Ministério Público, organismos fiscalizadores, organizações não governamentais (Ongs), comitês de bacias, entre outros, está, cada vez mais, se articulando e mobilizando para cobrar a efetiva preservação do meio ambiente.

No final de 2003 existiam no mundo mais de 61.000 organizações certificadas pelas Normas da Série ISO 14000, conforme Figura 17, sendo que no Brasil, em 2003, alcançamos a marca de 1000 certificados obtidos.

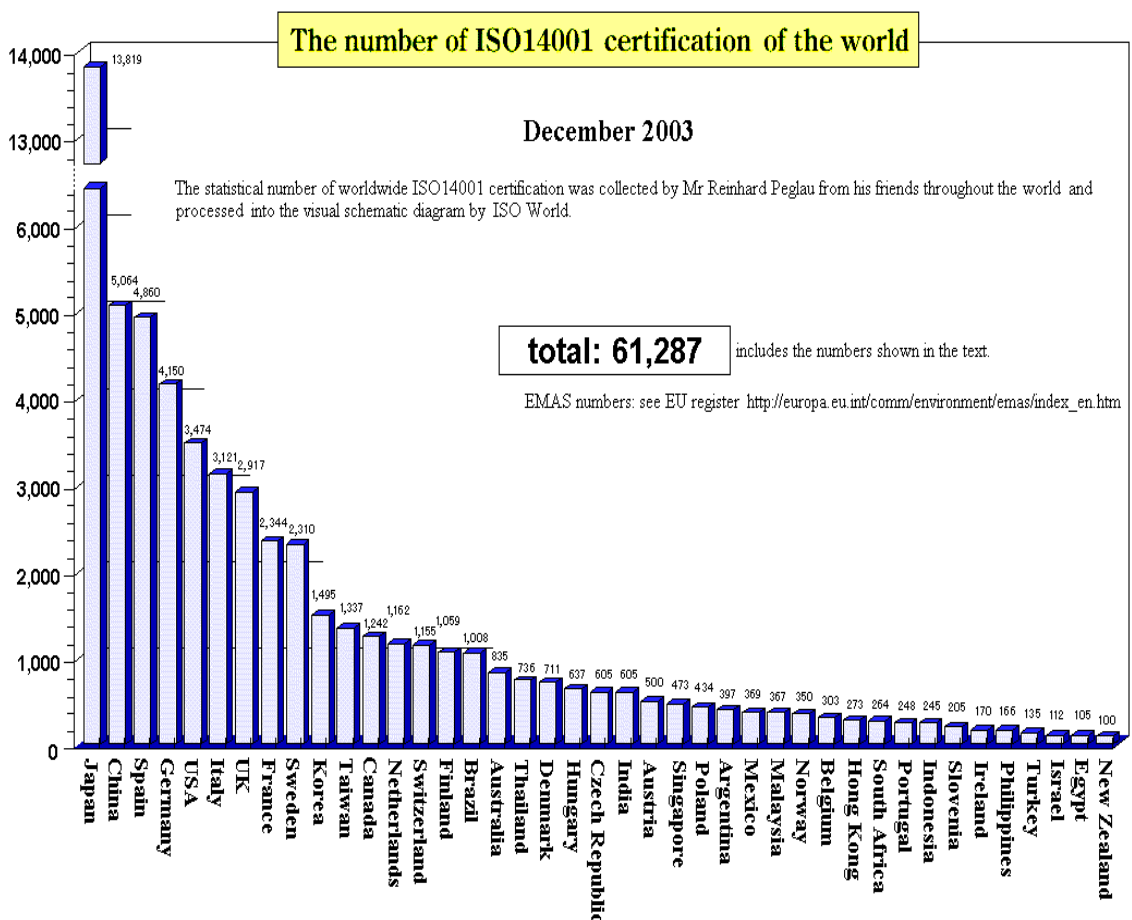


Figura 17 – Número de certificações ISO 14000 no mundo

Fonte: Adaptado do site <http://www.iso.ch>

Este número está crescendo bastante, pois as empresas que vão se certificando, vão exigindo a certificação dos seus fornecedores e, principalmente, exigindo que as organizações que recolhem os resíduos, os conduzam a locais adequados, além de naturalmente ocorrer, cada dia mais, a justa pressão das partes interessadas (acionistas, trabalhadores, comunidades, etc.).

No mercado globalizado, cada dia mais aberto e competitivo, com certeza a certificação, conforme a ISO 14001, se reveste de grande importância, sendo, em muitos casos, vital para a sobrevivência de algumas organizações, comunidades e gerações futuras. Temos que considerar que qualquer organização agressora do meio ambiente, e nesse caso se encaixa também uma ETE como a “indústria do tratamento de esgoto”; estará, reversamente, agredindo a si mesma, seus clientes e seus fornecedores, enfim à sociedade.

Sabemos, entretanto, que a busca da excelência, principalmente na Gestão Ambiental requer atenção constante e redobrada, pois sempre existem possibilidades de melhorias.

O caminho que aponta para o futuro é o do comportamento ético ambiental. Nele, a conformidade é conquistada pela implementação de um Sistema de Gestão Ambiental. As ETE's tornam-se estáveis e sustentáveis, comprometendo-se, junto com seus empregados, com uma política de meio ambiente, expressa em planos e políticas específicas. A questão ambiental deixa de ser uma função exclusiva da produção para tornar-se uma função da administração, passando a fazer parte do planejamento estratégico, do desenvolvimento das atividades de rotina, da discussão dos cenários alternativos e, conseqüentemente, da análise de sua evolução, gerando políticas, metas e planos de ação.

## **4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

O método de pesquisa utilizado nesta dissertação é o estudo de caso. Segundo YIN (1994) apud LEMOS (1998), o estudo de caso é uma estratégia abrangente de pesquisa, pois possibilita a utilização de múltiplas fontes de evidências.

WOLCOTT (1994) indica três formas para coleta de dados em pesquisa qualitativa: observador participativo (experiência), entrevista (questionamento) e análise de material preparado por outros. Nesta pesquisa, utiliza-se o método de observador participativo, devido ao amplo conhecimento da estrutura e dos procedimentos adotados pela ETE avaliada, assim como pelo envolvimento e participação nos processos desta organização.

Foi escolhido este método por se julgar o mais adequado para o relato do processo de implantação da ISO 14001 na ETE em estudo. A autora deste trabalho, como representante da administração e coordenadora da equipe que implantou o sistema de Gestão Ambiental, pôde testemunhar e avaliar as contribuições oferecidas por esse sistema à planta em estudo, tendo o cuidado de separar o seu papel de pesquisadora do papel de membro da equipe.

Para a elaboração deste trabalho foram necessárias quatro etapas:

### **1ª Etapa:**

A elaboração da dissertação iniciou-se com a revisão bibliográfica. Na primeira parte da revisão, foram levantados os principais sistemas de tratamento de esgotos disponíveis no mercado. Foi feita uma comparação entre estes sistemas em termos de: eficiência do tratamento, custos envolvidos, a área necessária para implantação e a quantidade de lodo a ser tratado. Na seqüência, foram abordados alguns aspectos relacionados às alternativas de disposição dos resíduos gerados nas estações de

tratamento de esgoto, e, por fim, foi levantada a legislação relacionada à implantação, operação e manutenção de uma ETE.

Na segunda parte da revisão bibliográfica, foi realizado um levantamento da história da gestão ambiental, contextualizando a evolução da preocupação com as questões do meio ambiente, chegando ao desenvolvimento de programas de certificação ambiental e os benefícios que as organizações alcançam com a implementação destes sistemas.

Dando prosseguimento, foram analisados os conteúdos e procedimentos necessários para obtenção da certificação de conformidade com a norma NBR ISO 14001, explicitando as etapas para implantação de um Sistema de Gestão Ambiental.

A terceira parte da revisão bibliográfica tratou da gestão dos custos ambientais, onde foram levantadas as premissas para aplicação criteriosa dos recursos disponíveis. Neste momento, foram, também, apontados os benefícios resultantes da gestão de custos ambientais.

Numa quarta parte, foi feito um levantamento sobre a importância da gestão de pessoas como elementos propulsores destes sistemas.

Finalmente, na quinta parte foi feita uma análise crítica de toda a revisão bibliográfica levantada, situando os sistemas de tratamento de esgoto no Brasil, onde foi abordada a questão da efetividade ambiental dos sistemas de tratamento de esgoto existentes. Foram discutidas, também, questões sobre certificação ambiental como ferramentas de gestão e oportunidade de visão sistêmica de uma estação de tratamento de esgoto.

## **2ª Etapa:**

Na 2ª etapa, foi definido o objeto de estudo e caracterizado com os seguintes dados:

- - localização;
- - sistema de tratamento aplicado;
- - condições operacionais;
- - parâmetros de monitoramento;



- - histórico de implantação;
- - estudo demográfico;
- - vazões contribuintes;
- - corpo receptor.

### **3ª Etapa:**

Dando continuidade ao trabalho, foi analisado o funcionamento da estação de tratamento de esgoto, espacializado em três momentos:

1º momento: Antes da implantação do SGA – foram questionadas quais eram as preocupações daquela época e como era a forma de gerenciamento e de monitoramento.

2º momento: Durante a implantação do SGA – foram questionados quais os aspectos motivadores para implantação de um Sistema de Gestão Ambiental baseado na norma NBR ISO 14001, as etapas definidas para a implantação do sistema, os recursos financeiros e humanos alocados para o projeto, a duração do mesmo, os serviços externos contratados e como foi realizado o diagnóstico inicial. Neste momento, também foram analisados como a alta administração atendeu os 17 itens que compõem a norma NBR ISO 14001.

3º momento: Após a implantação do SGA – foram questionadas quais as melhorias alcançadas com a certificação ambiental, que sustentam a afirmação de extrapolar tais experiências a outras estações de tratamento de esgoto.

### **4ª Etapa:**

Nesta etapa, são feitas as conclusões, onde são observados os resultados obtidos com a implantação do Sistema de Gestão Ambiental na ETE Remédios, evidenciando a complexidade e a quantidade de fatores que influenciaram na implantação de um sistema deste tipo. É analisada, também, a eficácia da implantação do sistema.

### **5ª Etapa:**

Nesta etapa, foram feitas recomendações para futuros processos de implantação de um Sistema de Gestão Ambiental.

Para esquematizar a seqüência da metodologia utilizada, a Figura 18 exemplifica os passos seguidos na elaboração da dissertação.

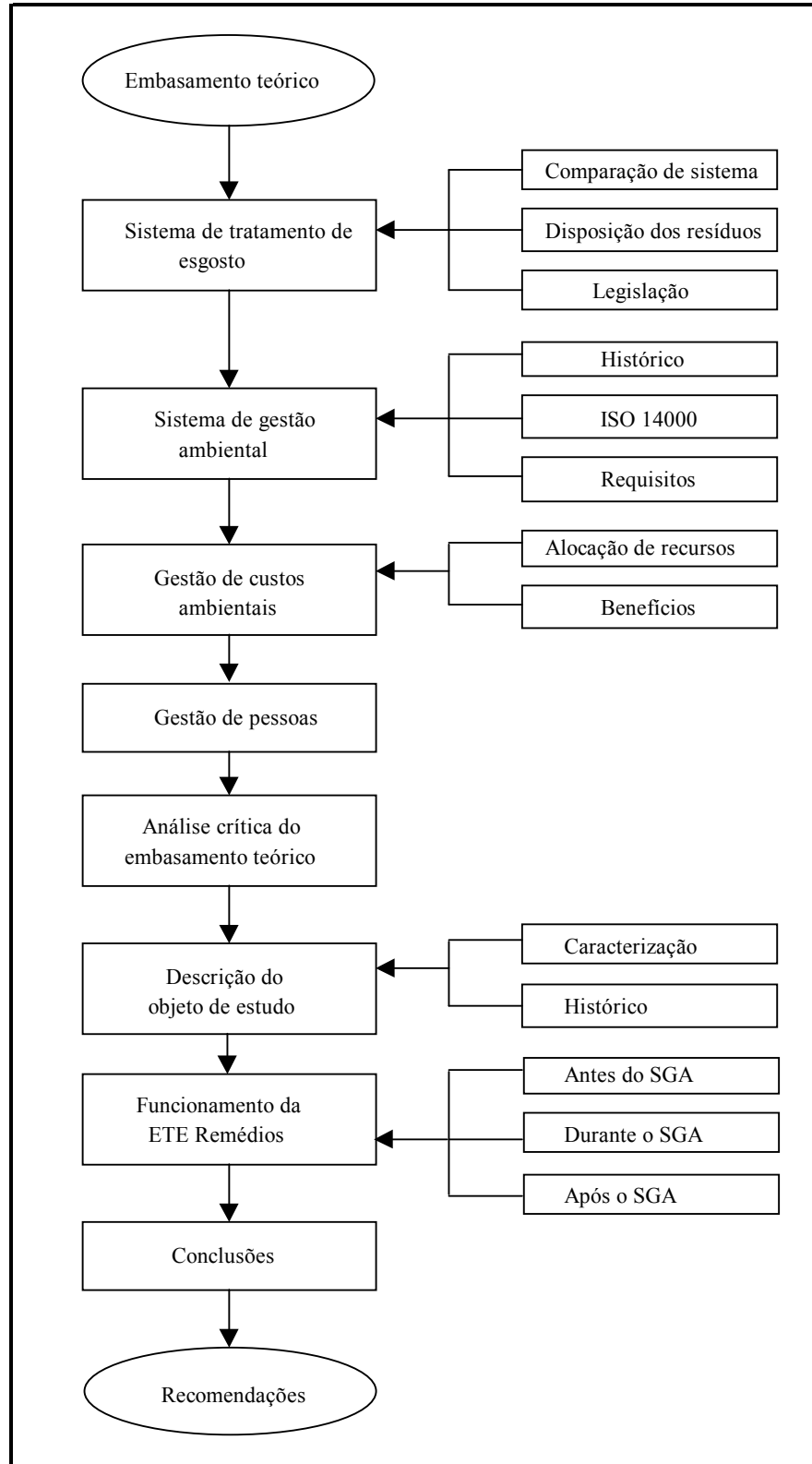


Figura 18 – Fluxo do procedimento de trabalho

## 5. DESCRIÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO

### 5.1 Caracterização do Objeto

O objeto de estudo é a Estação de Tratamento de Esgoto da Vila Nossa Senhora dos Remédios (ETE Remédios). Implantada para ser modelo de inovação em sistemas de tratamento de esgoto, a ETE da Vila Nossa Senhora dos Remédios, distrito pertencente ao Município de Salesópolis, é uma região estratégica para o abastecimento público da região metropolitana de São Paulo. Com as Áreas de Proteção aos Mananciais, contém em seu território a nascente do rio Tietê e as Represas Ponte Nova e Paraitinga (em construção), pertencentes ao sistema Produtor do Alto Tietê.

A ETE Remédios é composta por pré-tratamento (gradeamento, caixa de remoção de areia e gordura e medidor de vazão), lagoa facultativa e disposição do efluente no solo por meio de valas de evaporação e infiltração, sistema único na América Latina.



Figura 19 - Foto da lagoa facultativa da ETE Remédios  
Fonte: Sabesp, 2004.

Neste caso, como Salesópolis tem um papel importante no planejamento estratégico dos recursos hídricos, optou-se por preservar os corpos d'água e utilizar um tratamento que dispensa o lançamento dos efluentes tratados em rios ou córregos, de forma a atender a legislação vigente.

Atualmente, a ETE Remédios trata 2 L/s, mas foi projetada para vazão de fim de plano de 4,8 L/s. É constituída por uma lagoa facultativa, que possui uma superfície de espelho d'água de 4300 m<sup>2</sup> e uma profundidade útil de 1,50 m, onde ocorre o tratamento biológico convencional, cujo tempo de detenção do efluente é de 18 dias.

Após este período, o efluente já tratado é encaminhado para a área de infiltração, detalhe da Figura 20, onde ocorre também a evaporação.

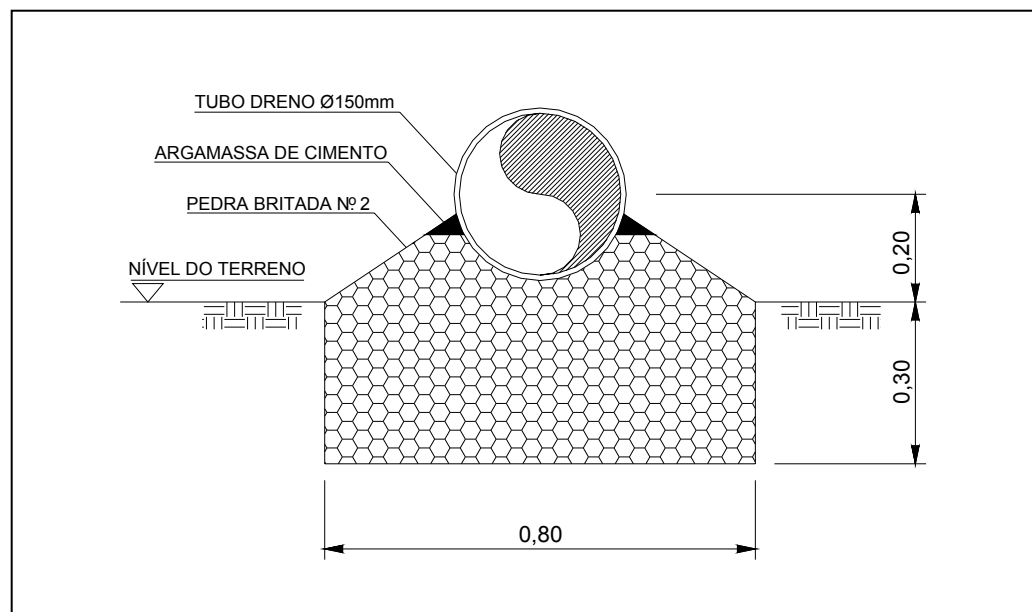


Figura 20 – Corte transversal da vala de infiltração

Esta área é composta por 40 módulos drenantes, com cinco drenos de 30m de manilha cerâmicas perfuradas, assentadas sobre berço de brita, totalizando uma área útil de infiltração de 150m<sup>2</sup>. A Figura 21 apresenta um conjunto de valas de infiltração.



Figura 21 – Foto das valas de infiltração da ETE Remédios

Fonte: Sabesp, 2004.

O Quadro 4 apresenta as condições operacionais da ETE Remédios.

Quadro 4 – Dados operacionais da ETE Remédios

Município	Salesópolis (Vila Nossa Senhora dos Remédios)
População (habitantes)	2.982
Rede coletora existente (m)	5.000
Ligações domiciliares (unid)	140
Implantação da ETE	2001
% Tratamento existente	80
% Tratamento proposto	100
Vazão média (L/s)	3,63
Carga DBO (Kg/dia)	74
Taxa aplicação lagoa facultativa	200 Kg DBO/há.dia resultando em área de 3700m <sup>2</sup>
Dimensões lagoa	97m comp X 40m larg e 1,50m profundidade
Tempo de detenção	42,6 dias início plano e 18,6 dias fim de plano
Taxa de infiltração (L/m <sup>2</sup> .dia)	40
Área de infiltração	7840m <sup>2</sup> , ou seja, 40 módulos de 150m <sup>2</sup> cada um
Projeto e Obra	Empresa Elevação
Tipo de tratamento	Uma lagoa facultativa seguida de valas de evaporação e infiltração do efluente no solo
Custo estimado da obra	R\$1.001.360,30
Licença ambiental	Com licença de funcionamento a título precário

Fonte: Sabesp, 2004.

Com a finalidade de garantir que, o efluente final tenha qualidade adequada para não provocar contaminação do lençol freático, mensalmente são coletadas amostras em 19 poços de monitoramento espalhados ao redor de toda a ETE, além do monitoramento do efluente bruto coletado na caixa de entrada e do efluente tratado coletado na saída da lagoa facultativa.

O Quadro 5 apresenta a codificação dos pontos de monitoramento do Sistema de Gestão Ambiental da ETE Remédios.

Observação: REM – Remédios e PM – Poço de Monitoramento.

Quadro 5 - Pontos de monitoramento

<b>Ponto de Coleta</b>	<b>Descrição</b>
REM-01	Caixa de entrada da ETE Remédios
REM-02	Saída da lagoa facultativa da ETE Remédios
REM-PM-01	Poço de monitoramento 01 da ETE Remédios
REM-PM-02	Poço de monitoramento 02 da ETE Remédios
REM-PM-03	Poço de monitoramento 03 da ETE Remédios
REM-PM-04	Poço de monitoramento 04 da ETE Remédios
REM-PM-05	Poço de monitoramento 05 da ETE Remédios
REM-PM-06	Poço de monitoramento 06 da ETE Remédios
REM-PM-07	Poço de monitoramento 07 da ETE Remédios
REM-PM-08	Poço de monitoramento 08 da ETE Remédios
REM-PM-09	Poço de monitoramento 09 da ETE Remédios
REM-PM-10	Poço de monitoramento 10 da ETE Remédios
REM-PM-11	Poço de monitoramento 11 da ETE Remédios
REM-PM-12	Poço de monitoramento 12 da ETE Remédios
REM-PM-13	Poço de monitoramento 13 da ETE Remédios
REM-PM-14	Poço de monitoramento 14 da ETE Remédios
REM-PM-15	Poço de monitoramento 15 da ETE Remédios
REM-PM-16	Poço de monitoramento 16 da ETE Remédios
REM-PM-17	Poço de monitoramento 17 da ETE Remédios
REM-PM-18	Poço de monitoramento 18 da ETE Remédios
REM-PM-19	Poço de monitoramento 19 da ETE Remédios

Fonte: SGA ETE Remédios – Sabesp, jan/2004.

Tal monitoramento é realizado com base nos parâmetros do Decreto 8468/76 Artigos 18 e 19A, pelos parâmetros da Resolução CONAMA N° 20/86 Artigo 21 e Portaria 518/04 do Ministério da Saúde.

### **Esgoto Bruto – Entrada da ETE Remédios**

O monitoramento é realizado com base nos parâmetros do Artigo 19A do Decreto 8468/76, dividindo-se em dois grupos, análises mensais e semestrais. Nas análises mensais são incluídos os parâmetros fundamentais para a operação ou que apresentaram resultados próximos aos limites da legislação. As coletas semestrais incluem todos os parâmetros do Artigo 19A, e também do Artigo 18 do Decreto 8468/76, para fins de cálculo de índices de remoção em relação aos resultados do efluente tratado. Também é feita anualmente a análise dos parâmetros do Artigo 21 da Resolução CONAMA N° 20/86.

Destaca-se que o Distrito de Remédios, totalmente incluído em Área de Proteção aos Mananciais (APM), não possui nenhuma instalação de fonte poluidora não doméstica, com exceção de um único posto de gasolina, o que resulta em um efluente com pequenas variações de qualidade, afetado somente pela diluição provocada pelas chuvas, e sem a presença de elementos perigosos, como metais pesados e solventes orgânicos.

Os parâmetros analisados, conforme a frequência de coleta, são:

- Mensal (Operacional): alumínio, coliformes fecais (termotolerantes), cromo hexavalente, cromo total, DBO, DQO, fósforo total, nitrogênio amoniacal, nitrogênio nitrato, nitrogênio nitrito, nitrogênio kjeldahl, nitrogênio orgânico, óleos e graxas, oxigênio dissolvido, pH e resíduos: total, fixo, volátil, sedimentável, não filtrável, sulfeto, sulfato e temperatura.
- Semestral (Art. 19A e 18, Decreto 8.468/76): arsênico, bário, boro, cádmio, cromo total, cromo hexavalente, chumbo, cobre, cianeto, DBO, estanho, fenóis, ferro solúvel ( $\text{Fe}^{2+}$ ), fluoretos, manganês solúvel ( $\text{Mn}^{2+}$ ),

mercúrio, níquel, pH, prata, temperatura, resíduos sedimentáveis, selênio, substâncias solúveis em hexana (OG), sulfato, sulfeto, zinco, benzeno, tolueno, xileno, 1,2-dicloroetano, clorofórmio, tetracloreto de carbono, tetracloroetileno e tricloroetileno.

- Anual (Art. 21, CONAMA 20/86): pH, temperatura, resíduo sedimentáveis, materiais flutuantes, óleos minerais, óleos vegetais e gorduras animais, amônia, arsênio total, bário, boro, cádmio, chumbo, cobre, cromo hexavalente, cromo trivalente, estanho, índice de fenóis, ferro solúvel, manganês solúvel, mercúrio, níquel, prata, selênio, zinco, cianetos, fluoretos, sulfetos, sulfeto de carbono, sulfitos, compostos organofosforados e carbomatos totais, tricloroetano, tetracloreto de carbono, dicloroetano, compostos organoclorados não listados acima e clorofórmio.

#### **Efluente Tratado – Saída da Lagoa Facultativa da ETE Remédios**

Da mesma forma que na entrada da ETE, a saída é monitorada mensalmente através dos parâmetros operacionais, com cálculo do índice de remoção para avaliação da eficiência do tratamento, semestralmente com todos os parâmetros do Artigo 18 do Decreto 8.468/76 e anualmente de acordo com a Resolução CONAMA N° 20/86, Artigo 21.

- Mensal (Operacional): alumínio, coliformes fecais (termotolerantes), cromo hexavalente, cromo total, DBO, DQO, fósforo total, nitrogênio amoniacal, nitrogênio nitrato, nitrogênio nitrito, nitrogênio kjeldahl, nitrogênio orgânico, óleos e graxas, oxigênio dissolvido, pH, resíduos: total, fixo, volátil, sedimentável, não filtrável, sulfeto, sulfato e temperatura.

- Semestral (Art. 19A e 18, Decreto 8.468/76): arsênico, bário, boro, cádmio, cromo total, cromo hexavalente, chumbo, cobre, cianeto, DBO, estanho, fenóis, ferro solúvel ( $\text{Fe}^{2+}$ ), fluoretos, manganês solúvel ( $\text{Mn}^{2+}$ ), mercúrio, níquel, pH, prata, temperatura, resíduos sedimentáveis, selênio,



substâncias solúveis em hexana (OG), sulfato, sulfeto, zinco, benzeno, tolueno, xileno, 1,2-dicloroetano, clorofórmio, tetracloreto de carbono, tetracloroetileno e tricloroetileno.

- Anual (Art. 21, CONAMA 20/86): pH, temperatura, resíduo sedimentáveis, materiais flutuantes, óleos minerais, óleos vegetais e gorduras animais, amônia, arsênio total, bário, boro, cádmio, chumbo, cobre, cromo hexavalente, cromo trivalente, estanho, índice de fenóis, ferro solúvel, manganês solúvel, mercúrio, níquel, prata, selênio, zinco, cianetos, fluoretos, sulfetos, sulfeto de carbono, sulfitos, compostos organofosforados e carbomatos totais, tricloroetano, tetracloreto de carbono, dicloroetano, compostos organoclorados não listados acima e clorofórmio.

### **Poços de Monitoramento da ETE Remédios**

Os 19 poços de monitoramento são analisados mensalmente, através dos parâmetros considerados mais indicativos, que incluem os principais indicadores de água para consumo humano, e semestralmente pela aplicação integral das Tabelas 3 e 5 da Portaria 518/04, excetuando os parâmetros orgânicos e pesticidas da Tabela 3, conforme orientação do Organismo Fiscalizador.

- Mensal (principais indicadores): coliformes fecais (termotolerantes), cor, pH, temperatura e turbidez.

- Semestral (Portaria 518/04): alumínio, amônia (como NH<sub>3</sub>), antimônio, arsênio, bário, cádmio, cianeto, coliformes fecais (termotolerantes), cor, cobre, cloreto, cromo hexavalente, cromo total, chumbo, DBO, DQO, dureza, etilbenzeno, ferro, fósforo total, fluoreto, manganês, mercúrio, monoclorobenzeno, nitrato (como N), nitrito (como N), óleos e graxas, oxigênio dissolvido, pH, resíduos: total, fixo, volátil, sedimentável, não filtrável, sódio, sulfato, sulfeto de hidrogênio, surfactantes, selênio, temperatura, tolueno turbidez, xileno e zinco.

### **Corpos d'Água - Rio Peroba, Ribeirão Cachoeira e Córrego Sem Nome**

São incluídos seis pontos de monitoramento nos corpos d'água que circundam a ETE Remédios, sendo: três (03) pontos a montante da ETE nos Rio Peroba, Ribeirão Cachoeira e Córrego Sem nome, dois (02) pontos a jusante da ETE no Rio Peróba (após sua confluência com Ribeirão Cachoeira) e no Córrego Sem Nome e um (01) ponto no Rio Peroba, a jusante da ETE, após a entrada do Córrego Sem Nome.

Nesses pontos são analisados sazonalmente, a cada seis meses, seguindo os parâmetros do Artigo 11 do Decreto 8.468/76:

- Sazonal (Art. 11, Decreto 8.468/76): Substâncias solúveis em hexana (OG), DBO, OD, coliformes fecais, materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais, amônia, arsênio, bário, cádmio, cromo total, cobre, cianeto, chumbo, estanho, fenóis, flúor, mercúrio, nitrito, nitrato, selênio e zinco.

Para facilitar a identificação dos pontos de coleta, a Figura 22 apresenta o esquema da ETE Remédios com a demarcação dos pontos de monitoramento. Na Figura 23, pode-se ter uma idéia da população atendida pela ETE Remédios, através da vista aérea da região.

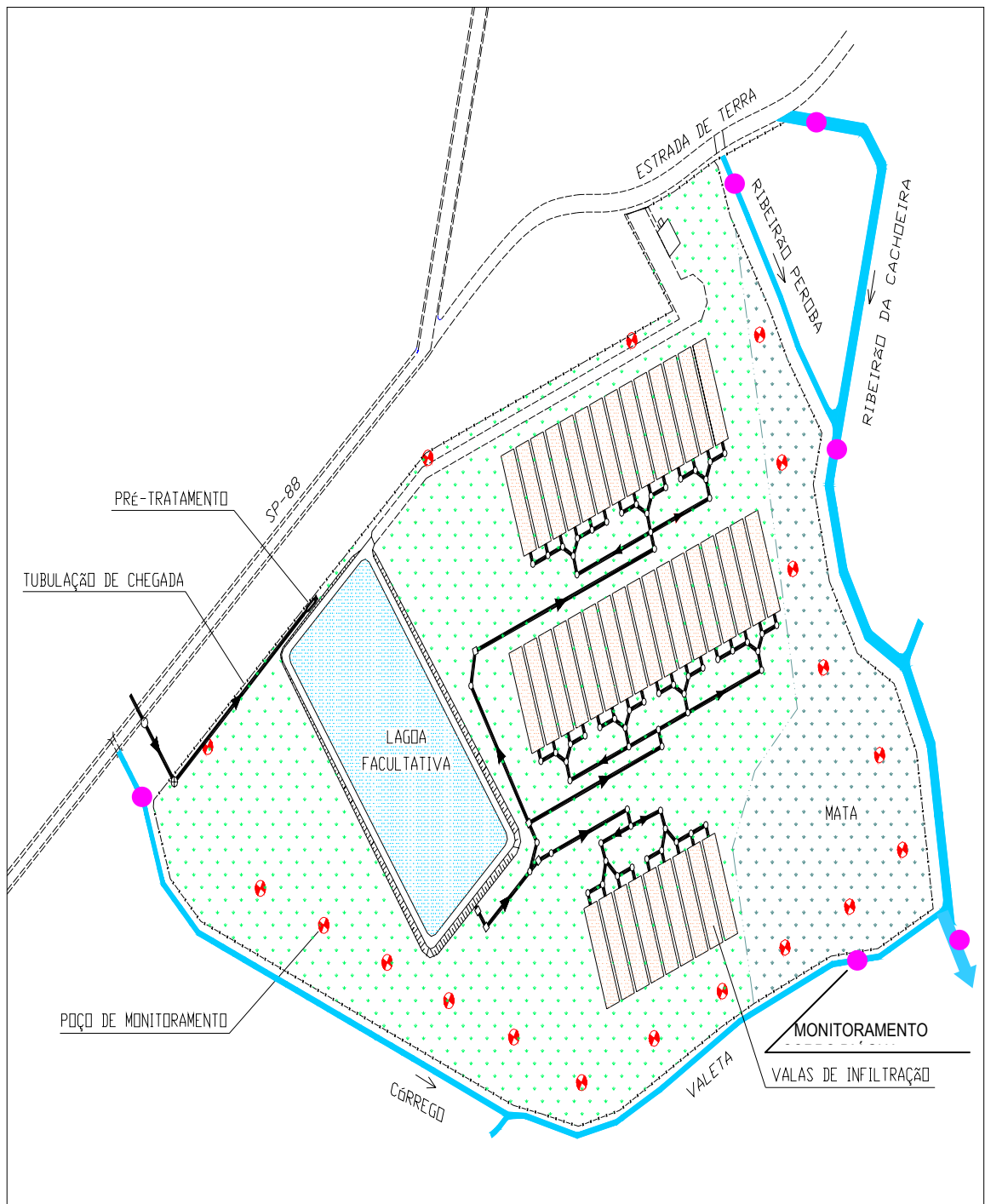


Figura 22 – Esquema da ETE Remédios

Nota: O efluente da lagoa facultativa é encaminhado para os conjuntos de valas, alternadamente, em intervalos de tempo que variam de 5 a 15 dias de acordo com as estações do ano.



Figura 23 - Vista aérea da Vila Nossa Senhora dos Remédios e da ETE Remédios

Nota: A área necessária para a construção da ETE Remédios em relação ao tamanho da Vila Nossa Senhora dos Remédios.

## 5.2 Histórico da Implantação da ETE Remédios

A área para instalação da ETE Remédios foi desapropriada em dezembro de 1996 e a licença de Instalação foi obtida em 24/02/99. A ETE encontra-se em Área de Proteção de Mananciais, tendo sido solicitada análise orientativa do Departamento de Uso do Solo Metropolitano - DUSM (abril/1997). Foi necessário, também, a orientação do Departamento de Proteção dos Recursos Naturais - DPRN, pois é área de preservação permanente com vegetação natural. A área era usada para plantação de hortaliças, junto ao ribeirão Peroba e do ribeirão Cachoeira. Existe vegetação de mata ciliar significativa junto aos cursos de água, mas que não seria suprimida.

Foi prevista limpeza de lodo a cada 5 a 10 anos, de acordo com a necessidade detectada pelo monitoramento, que deveria ser encaminhado para aterro sanitário.

O sistema de infiltração foi adotado para se evitar o lançamento do efluente no curso de água, uma vez que o enquadramento do córrego e da área da bacia, de acordo com o Decreto 10755/77, é de Rio Classe 2, e, também, para atender ao disposto na Lei de Proteção de Áreas Mananciais, Lei 898/75, que estabelece que: não é permitido o lançamento de esgotos sanitários nos corpos de água, mesmo após tratamento.

Segundo a Lei 898/75:

- Artigo 23: Nos casos em que o afastamento e o tratamento forem inviáveis, somente será permitida a disposição de efluentes de sistemas públicos de esgotos nas áreas de 2<sup>a</sup> categoria e desde que recebam o tratamento mais conveniente dentre um dos dois seguintes:
  - tratamento biológico e desinfecção do efluente;
  - tratamento a nível primário, no mínimo, seguido de infiltração ou irrigação subsuperficial, assegurada a proteção do lençol freático.

### 5.2.1 Estudo Demográfico

O estudo demográfico foi realizado considerando-se os dados dos Censos de 1940 a 1980, que eram divididos em áreas urbana e rural, e o Censo de 1991, quando os dados já estavam disponíveis para o Distrito Nossa Senhora dos Remédios.

A população de projeto resultou de projeção logística, com base nas populações urbanas dos anos 1970 e 1991, e na população de saturação correspondente à ocupação máxima da área urbana. Foram utilizados como parâmetros comparativos os estudos demográficos do Consórcio Hidroplan (Coplasa / Etep / Figueiredo Ferraz / Maubertec) e da Coplasa (Estudo de Concepção do Sistema de Água de Salesópolis, 1992).

O Distrito Nossa Senhora dos Remédios foi dividido em duas sub-bacias principais: a Vila dos Remédios (que contribui para o córrego Alegre ou Peroba) e a Vila Bragança (que contribui para o rio Paraitinga).

O Quadro 6 apresenta as populações de projeto resultantes.

Quadro 6 – Populações de projeto

Ano	População urbana (hab)		
	Vila dos Remédios	Vila Bragança	Total
1996	859	234	1.093
2015	1.444	394	1.838
Saturação	1.456	433	1.889

Fonte: Sabesp, 1996.

### 5.2.2 Estudo de Vazões Contribuintes

Para a definição das vazões contribuintes, primeiramente se definiu a evolução do consumo per capita, em função do consumo médio observado de 116 L/hab.dia. Foram, também, considerados os seguintes parâmetros:

- Coeficiente do dia de maior contribuição (k1): 1,20;
- Coeficiente da hora de maior contribuição (k2): 1,50;

- Coeficiente da hora de menor contribuição (k3): 0,50;
- Coeficiente de retorno: 0,85;
- Coeficiente de infiltração em regiões próximas a cursos d'água: 0,50 L/s.km;
- Coeficiente de infiltração nas demais regiões: 0,20 L/s.km.

Os dados resultantes são os apresentados no Quadro 7.

Quadro 7 – Vazões contribuintes

Etapa	Per capita (L/hab. dia)	Vazões (L/s)								
		Vila dos Remédios			Vila Bragança			Totais		
		Média	Max. diária	Máx. horária	Média	Max. diária	Máx. horária	Média	Max. diária	Máx. horária
Inicial	120	1,86	2,24	2,47	0,55	0,65	0,71	2,41	2,89	3,18
Final	160	3,81	4,89	5,54	0,93	1,23	1,40	4,74	6,12	6,94
Saturação	160	3,83	4,92	5,57	0,99	1,31	1,51	4,82	6,23	7,04

Fonte: Sabesp, 1996.

### 5.2.3 Características do Corpo Receptor

O córrego Alegre ou Peroba nasce na região da Barragem de Ponte Nova, sendo um dos afluentes da margem direita do rio Tietê, cerca de 0,5 km a jusante da barragem, tendo extensão e bacia de drenagem de pequena magnitude. A ocupação da bacia caracteriza-se predominantemente pelo uso agrícola e, em especial, ao plantio de hortaliças.

Exames laboratoriais realizados por ocasião do Estudo de Concepção, em amostras coletadas na região da futura ETE, indicaram os seguintes resultados:

- - DBO<sub>5,20</sub>: 2,0 mg/L;
- - OD: 8,2 mg/L;
- - Coliformes totais: 1,5 x 10<sup>3</sup> NMP/100mL;
- - Coliformes fecais: 4,0 x 10<sup>2</sup> NMP/100mL;
- - pH: 6,8.

Para a área da bacia contribuinte, de 9,2 km<sup>2</sup>, resultou uma vazão mínima de sete dias consecutivos, para um período de retorno de 10 anos (Q<sub>7,10</sub>) de cerca de 35 L/s.



## **6. RESULTADOS**

### **6.1 Análise do Funcionamento da ETE Remédios**

Serão analisadas, a seguir, as fases para implantação do Sistema de Gestão Ambiental baseado na NBR ISO 14001 da ETE Remédios, desde o funcionamento da mesma, antes da implantação do SGA, até os resultados obtidos com o SGA certificado.

#### **6.1.1 Antes da Implantação do SGA**

A ETE Remédios começou a funcionar em 2001 sem um programa de monitoramento pré-definido, com total despreparo dos técnicos que operariam o sistema e uma gerência resistente a mudanças de postura e novos rumos.

Naquela época para desenvolver as atividades, a ETE Remédios contava com apenas cinco funcionários, sendo três técnicos e um auxiliar, que se revezavam entre as atividades de coleta de amostras e as manutenções gerais, além de um encarregado que repassava os serviços. Tais atividades não dispunham de um sistema de programação, não tinham frequências pré-definidas e as manutenções gerais aconteciam informalmente, ou seja, não eram registradas, nem tão pouco sistematizadas.

Os dados analíticos, em função do não atendimento da legislação aplicável, pelo tipo de tratamento, eram inconsistentes no que diz respeito ao que de fato deveria ser monitorado.

Não havia preocupação com as questões ambientais, salvo o “mito” das multas dos organismos fiscalizadores, por conta da ineficiência do tratamento, porém,

questões como disposição dos resíduos gerados na caixa de areia, reclamações da vizinhança por mau cheiro, etc, não eram tratadas de modo sistemático.

### **6.1.2 Durante a Implantação do SGA**

Com o advento de diversos programas de melhoria de gestão, aos quais a Sabesp se empenhava em desenvolver, ficou quase que fadado ao insucesso, os gerentes que não comprassem a idéia e deslanchassem em suas unidades.

Foi nesse espírito que a Divisão de Operação de Esgotos Leste resolveu adotar um Sistema de Gestão Ambiental, baseado na norma NBR ISO 14001, para aplicar na ETE Remédios, haja visto que, depois que alguns técnicos passaram por treinamento na norma, puderam observar que seria fácil adequar a ETE Remédios a esse padrão.

O comprometimento da gerência e da equipe com a melhoria das questões ambientais e, conseqüentemente, das condições de trabalho, desde o início da implantação do SGA foi marcante.

Houve um longo período de “arrumação da casa”, de busca de dados, tais como: quais foram as análises que tinham sido realizadas, se havia um “branco”, ou seja, quais foram as análises feitas antes do início do funcionamento da ETE, quais tinham sido os resultados, quais os parâmetros que eram monitorados e por quê. Foram, também, levantadas quais eram as atividades de manutenção que os técnicos faziam na ETE, o que era realizado com maior freqüência, etc. Após o levantamento desses dados, verificou-se a necessidade de criação de planilhas de controles, de forma a sistematizar, manter organizado e de pronto acesso os dados relevantes da ETE Remédios. Foi detectada a importância da criação de meios de comunicação com as partes interessadas, treinamento de toda equipe, aquisição de novos equipamentos e materiais em geral, desenvolvimento de software para o gerenciamento de todo o sistema, desenvolvimento de programações de coleta anuais, contratação de laboratórios idôneos para realização das análises, estudos aprofundados da legislação aplicável e melhorias no layout da estação. Enfim, quebras de paradigmas na gestão de Estações de Tratamento de Esgoto.

O ponto inicial de todo o sistema foi a definição de uma política ambiental, que exponha as intenções e princípios em relação ao desempenho ambiental, procurando minimizar impactos ambientais provenientes das atividades da ETE e, assim, favorecer para a garantia de recursos hídricos, em quantidade e qualidade suficientes para o atendimento a 100% da população da maior região urbana do país, e a necessidade de preservar o meio ambiente para as atuais e futuras gerações no papel público de estimular o desenvolvimento sustentável.

Para o Município de Salesópolis, o maior ganho ambiental que o SGA poderia trazer, seria a questão da mitigação da poluição hídrica, que a ETE causa pela sua atividade fim. Portanto, na etapa de planejamento a ETE identificou seus aspectos e impactos ambientais significativos, que foram abordados prioritariamente, através de uma lista com o nível de significância de cada um. Com isso, foram traçados os objetivos e metas, os quais foram monitorados através do programa de gestão ambiental, onde havia planos de ação para atingir tais objetivos e metas estabelecidos, de modo a atender a política ambiental.

A implantação e operação do SGA da ETE Remédios se deu através da definição das responsabilidades e autoridades necessárias para facilitar o gerenciamento ambiental. Com relação à capacitação dos funcionários, foi desenvolvido um plano anual de treinamento, a fim de garantir que os envolvidos com os impactos significativos, tivessem treinamento apropriado e estivessem capacitados para sustentar o SGA.

Os processos e procedimentos operacionais da ETE Remédios foram definidos e documentados com a finalidade de possibilitar a avaliação do sistema e do desempenho ambiental, fornecendo orientação e informações mais detalhadas sobre o funcionamento de partes específicas do SGA.

A verificação dos resultados obtidos no SGA começa pelo monitoramento e medição de dados definidos pelos objetivos e metas estabelecidos e se completam com as auditorias, nas quais ocorrem as verificações das evidências objetivas do SGA.

As não conformidades levantadas são investigadas e tratadas de forma a prevenir e eliminar as recorrências, bem como mitigar quaisquer impactos e, também, estarem preparadas para possíveis ações corretivas e preventivas.

A eficácia e a melhoria contínua do SGA estão diretamente associadas à análise deste. A alta administração da ETE Remédios se reúne em intervalos regulares e definidos para avaliar o sistema, abordando as necessidades de alteração da política, objetivos e metas, prazos e outros elementos do sistema. Esta análise é feita com base nos resultados das auditorias realizadas e no comprometimento por melhorias contínuas.

### **6.1.3 Acompanhamento da Operacionalidade do SGA da ETE Remédios**

A opção de um Sistema de Gestão Ambiental, baseado na norma NBR ISO 14001, para a ETE Remédios deveu-se muito mais a uma estratégia de marketing, em termos de posição, frente à melhoria da qualidade ambiental do Município de Salesópolis, além da preocupação com atendimento às legislações que esta planta pressupõe.

#### **6.1.3.1 Recursos Financeiros Alocados ao Programa**

Para a implantação do SGA, a Sabesp necessitou fazer uma previsão orçamentária especial para o ano de 2001/2002, prevendo gastos com:

- consultoria técnica;
- processo de auditoria de terceira parte;
- treinamento;
- ajustes no layout da planta;
- monitoramento da eficiência do tratamento (análises de amostras);
- divulgação e comunicação do programa.

Os gastos relativos à manutenção da ETE Remédios, como limpeza da caixa de areia, conservação da área verde e limpeza das valas de infiltração foram previstos em orçamentos distintos.

### **6.1.3.2 Recursos Humanos Alocados ao Programa**

Para o SGA, a Divisão de Operação de Esgotos Leste - Sabesp definiu como Representante da Administração a encarregada pelos sistemas Isolados da Unidade de Negócio Leste da Sabesp, que é a mesma pessoa que monitora e controla a estação. Como Representante da administração ela tem a função de junto à alta administração responder pelo Sistema de Gestão Ambiental.

Para a implantação e manutenção do SGA foi formada uma equipe, composta por dez pessoas que representam as áreas de: treinamento, compras, engenharia, administrativa, sistemas de saneamento, segurança do trabalho e efluentes não domésticos.

A função desta equipe é identificar eventuais problemas relativos ao sistema, participar de reuniões de coordenação do sistema, acompanhar e responder pelas auditorias ambientais.

### **6.1.3.3 Duração do Projeto**

A implantação do SGA teve início em setembro de 2001. Sendo que, no período inicial foi realizado o planejamento do programa da implantação, onde foram definidos itens como: a coordenação do projeto, equipe de trabalho, cronograma de trabalho, duração do projeto e empresa de consultoria contratada.

Aproximadamente um mês após a etapa de planejamento, tiveram início as intervenções da empresa de consultoria e o treinamento da equipe envolvida no Sistema de Gestão Ambiental.

O fechamento deste projeto culminou com a auditoria de certificação do SGA, por organismo de terceira parte, ocorrida em setembro de 2002.

O Quadro 8 apresenta o cronograma estabelecido para o processo de implantação do Sistema de Gestão Ambiental na ETE Remédios.

Quadro 8 – Cronograma de implantação do SGA na ETE Remédios  
Período: 2001/2002

Etapas da Implantação do SGA na ETE Remédios	Meses												
	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Planejamento da implantação do sistema	■												
Definição da equipe	■												
Contratação dos serviços externos	■												
Realização de diagnóstico inicial		■											
Estabelecimento da política ambiental			■										
Levantamento dos aspectos e impactos				■	■								
Levantamento da legislação aplicável				■	■								
Definição dos objetivos e metas ambientais						■							
Estabelecimento do programa de gestão							■	■					
Definição de estrutura e responsabilidades				■									
Treinamento e conscientização		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Sistema de comunicação				■									
Sistema de documentos e registros		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Definição de procedimentos de controle			■	■	■	■	■	■	■	■			
Plano de atuação de emergências								■					
Estabelecimento dos itens de controle								■	■	■			
Não-conformidades e ações cor. e prev.								■	■	■	■	■	■
Auditoria interna								■					
Análise crítica pela alta administração							■		■			■	
Auditoria de certificação													■

Fonte: Sabesp, jan/2004.

O processo de implantação da ISO 14001 na ETE Remédios foi rápido. Considera-se que este fato tenha sido obtido, devido a uma diretriz da Sabesp em buscar a certificação como um diferencial e, por isto, incentivou e teve participação ativa no processo. Além disso, a estratégia adotada de formação de uma equipe composta por representantes de todos os setores da Divisão de Operação de Esgotos Leste (unidade responsável pela ETE Remédios), que puderam atuar como facilitadores para a implantação do SGA, foi fator importante para obtenção deste êxito.

#### **6.1.3.4 Serviços Externos Contratados**

A Divisão de Operação de Esgotos Leste - Sabesp optou pela contratação da empresa de consultoria. O contrato com a empresa previa que a orientação na condução dos trabalhos de implementação do sistema seria realizada por uma equipe de consultores que efetuavam visitas periódicas à ETE Remédios.

Além desta orientação, a consultoria ministrou os treinamentos de:

- educação ambiental a todos os envolvidos no sistema;
- interpretação e implementação da norma NBR ISO 14001, ministrado à alta administração, ao representante da administração e ao encarregado da área;
- formação de auditores internos, à equipe de auditoria interna, formada por pessoas diretamente envolvidas no sistemas e, também, de outras áreas da empresa.

A Divisão de Operação de Esgotos Leste optou pela contratação de serviços de consultoria, por entender que se tratava da implantação de uma norma que envolveria outros departamentos da Sabesp e por ter se proposto a atingir tal certificação em curto espaço de tempo, mas, também, principalmente por julgar que naquele momento, não tinha profissional familiarizado com os requisitos da norma.

#### **6.1.3.5 Diagnóstico Inicial**

Após a conclusão do planejamento, a primeira etapa foi a realização de um diagnóstico inicial na Divisão de Operação de Esgotos Leste. Esta etapa não é requisito obrigatório para a implantação de um SGA, entretanto sua realização trouxe bons resultados no processo.

O diagnóstico inicial foi realizado por empresa contratada e funcionou como uma auditoria inicial, levantando dados históricos e apontando necessidades de adequações, bem como pontos a serem trabalhados durante o processo de implantação.

Foram levantados alguns elementos denominados de “oportunidades de melhoria”, fato este que auxiliou na avaliação dos aspectos que iriam demandar maior dedicação e atenção por parte da coordenação e/ou da equipe de implementação do projeto. Os pontos considerados como oportunidades de melhoria foram:

- a gestão existente na ETE Remédios é caracterizada pela agilidade e inovação na solução dos desafios. No entanto, o alto grau de informalidade, muitas vezes, acrescenta situações corretivas desnecessárias e custosas. Neste sentido, um dos desafios do projeto é o de sistematizar as ações de meio ambiente, sem perder a agilidade que se constitui em diferencial da Divisão de Operação de Esgotos Leste;
- em consonância com a necessidade de sistematização, percebeu-se a oportunidade de otimizar o fluxo de informações entre as diversas áreas e funções, no sentido de eliminar curtos-circuitos existentes e duplicação de informações desnecessárias, assim como de trazer os dados estritamente necessários a quem realmente irá utilizá-los no processo de tomada de decisão;
- a visão estratégica relativa aos assuntos de meio ambiente deve ser aperfeiçoada, no sentido de definir uma Política clara e visível a todos, assim como de conduzir à definição de metas (“onde queremos chegar?”), de modo a otimizar esforços e recursos despendidos nestes temas;
- percebeu-se durante a avaliação inicial, que a Divisão de Operação de Esgotos Leste mantém diversas formas de verificação de resultados. No entanto, no que se refere a resultados relativos ao meio ambiente, o acompanhamento da execução das ações necessárias é informal e não sistemático, levando à perda de eficácia do ciclo inteiro de gestão;
- uma das tarefas que requer maior disponibilidade de homens-hora na fase de planejamento do SGA é a identificação e avaliação dos “aspectos” e “impactos” ambientais, associados às atividades, produtos e serviços da Divisão de Operação de Esgotos Leste, requisito do item 4.3.1 da norma NBR ISO 14001. Apesar dos aspectos da unidade serem conhecidos, esta tarefa não deixará de ser difícil em função da



abrangência que requer. A consolidação de um procedimento de identificação e avaliação dos aspectos e impactos de meio ambiente, bem como a aplicação do mesmo demandará um esforço concentrado da equipe de implantação do SGA nas primeiras semanas de andamento do projeto.

Após esta avaliação prévia, o consultor afirmou que o cronograma de implementação proposto pela Divisão de Operação de Esgotos Leste - Sabesp era viável e dependia tanto da efetiva disponibilidade de homens-hora das áreas envolvidas com o sistema, como dos esforços do Representante da Administração e da equipe de implantação do projeto. Para tanto, seria imprescindível o efetivo comprometimento da Alta Administração com o futuro SGA e que caberia, ainda, à Alta Administração facilitar a condução do processo de implantação do SGA, bem como acompanhar o mesmo dentro das metas estabelecidas.

#### **6.1.3.6 Política Ambiental**

A política ambiental da ETE Remédios foi elaborada de modo a atender aos requisitos da norma NBR ISO 14001, que são específicos para o estabelecimento de um Sistema de Gestão Ambiental. A Sabesp possui uma política ambiental corporativa, a qual foi considerada na elaboração da política ambiental da ETE Remédios.

A Política Ambiental da ETE Remédios é única para os Sistemas Isolados de Esgoto da Sabesp. Sua elaboração foi fruto de um trabalho conjunto da alta administração, do representante da administração e do encarregado.

Política Ambiental da ETE Remédios (jan/2004):

***“Contribuir para a preservação do meio ambiente reduzindo a poluição das águas no Município de Salesópolis, visando a melhoria contínua”***

A Política Ambiental foi definida em função dos pontos considerados importantes e das exigências da norma.

### 6.1.3.7 Planejamento

Dentro do item planejamento previsto pela norma, a primeira etapa desenvolvida foi o “levantamento de aspectos e impactos ambientais” da ETE Remédios. Estes foram avaliados para as atividades e produtos, que podem ser controlados e sobre os quais a ETE tem influência, com o objetivo de determinar aqueles que tem ou possam ter um impacto significativo sobre o meio ambiente. Esta avaliação é mantida atualizada para a definição dos objetivos e metas ambientais da Divisão de Operação de Esgotos Leste – Sabesp.


Para o atendimento deste requisito, foi definido um procedimento documentado que tem como linhas gerais:

- definição das áreas em que a Divisão de Operação de Esgotos Leste está dividida;
- definição das atividades (processos) e/ou eventos (situações emergenciais, como incêndio, vazamentos, etc.) a serem considerados na identificação dos aspectos.
- estabelecimento de uma lista mestra de aspectos ambientais e seus respectivos impactos ambientais;
- condições de operação (normal, anormal e emergencial) e temporalidade de ocorrência (passado, presente e futuro);
- sistema de avaliação para determinar a significância do aspecto ambiental;
- sistema de registro.

O levantamento dos aspectos ambientais e a avaliação quanto à significância foram realizados pelo representante da administração, juntamente com a equipe que trabalha em cada área. Esta avaliação foi realizada considerando-se os requisitos legais a serem atendidos, a magnitude do aspecto, a probabilidade ou frequência de ocorrência e a existência de demanda das partes interessadas.

O Quadro 9 apresenta o levantamento dos aspectos e impactos ambientais e avaliação do nível de significância no SGA da ETE Remédios.

Quadro 9 – Levantamento de aspectos e impactos ambientais e avaliação do nível de significância – ETE Remédios.


 <b>LEVANTAMENTO DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS E AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE SIGNIFICÂNCIA</b>													
Unidade/Área:						Elaboração:							
Área: Estação de Tratamento de Esgotos de Remédios						Andréia Guaracho Ramos				Aprovação:			
						Data: 23/08/03				Ivana Wuol Pereira			
Item	Atividade	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Regime (N; A; E)	Controle (D; I)	Legisl.	Interesse Ambiental			Interesse dos Negócios	Pontuação Total	Resultado Final	Formas de Controle
						Sim/ Não	Abrang. 1=empresa 3=cidade 9=país/ planeta	Escala 1=fraca 3=média 9=forte	Freq/Prob 1=fraca 3=média 9=forte	Partes Interessadas 1=não existe comunicação 3=existe comunicação			
1	Retenção de resíduos sólidos no gradeamento	Proliferação de vetores	Difusão de doenças	N	D	Não	1	1	9	1	9	Não significativo	Nenhum
2	Retenção de resíduos sólidos no gradeamento	Emissão de odor	Incômodo à vizinhança	N	D	Não	3	1	9	1	27	Não significativo	Nenhum
3	Remoção de resíduos do gradeamento	Disposição de resíduos sólidos	Contaminação do solo	N	D	Sim	3	1	9	1	27	Significativo	TC limpeza e Conservação
4	Remoção de areia	Disposição de resíduos sólidos	Contaminação do solo	N	D	Sim	3	3	9	1	81	Significativo	TC limpeza e Conservação
5	Obstrução da rede interna de esgoto	Extravasamento de efluente	Contaminação do solo	E	I	Sim	1	3	1	1	3	Significativo	Plano de Emergência 06

Fonte: SGA ETE Remédios – Sabesp, jan/2004.

Para o atendimento tanto dos requisitos legais como o de outros, o representante da administração realizou uma pesquisa na internet e na prefeitura de Salesópolis para verificação de toda legislação pertinente ao escopo da certificação.

De posse desta legislação e confrontando-a com o levantamento dos aspectos e impactos, foi estabelecida qual é a legislação ambiental aplicável à ETE Remédios, em que foram considerados as atividades, produtos e serviços da Divisão de Operação de Esgotos Leste. O resultado deste levantamento permite que se acesse à legislação aplicável a cada aspecto ambiental nos níveis federal, estadual e municipal, conforme Quadro 10.

**Quadro 10 – Lista da legislação ambiental e outros requisitos  
ETE Remédios**

	<b>LISTA DE LEGISLAÇÃO AMBIENTAL E OUTROS REQUISITOS</b>	
	DATA DE VALIDAÇÃO: ____/____/____ PRÓXIMA VALIDAÇÃO: ____/____/____	
<b>Número</b>	<b>Descrição</b>	<b>Promulgação</b>
Artigo 225	Constituição Federal	1988
6938	Lei Federal – Política Nacional do Meio Ambiente	31/08/1981
9605	Lei Federal – Lei de Crimes Ambientais	Fev/1998
1949-30	Medida Provisória – Acrescenta Dispositivos na Lei 9605/98	16/11/2000
99274	Decreto que Regulamenta a Lei 6938/81	06/06/1990
4771	Lei Federal - Código Florestal	15/09/1965
5197	Lei Federal – Código de Proteção à Fauna	03/01/1967
24643	Decreto Federal – Código de Água	10/07/1934
3179	Decreto que Dispõe especificações das sanções às atividades lesivas ao Meio Ambiente	21/09/1999
9509	Lei estadual – Política Estadual do Meio ambiente	20/03/1997
898	Lei Estadual – Lei de Proteção aos Mananciais	01/11/1975
9866	Lei Estadual – Lei de Proteção aos Mananciais (Nova)	28/11/1997
1172	Lei Estadual – Lei de Proteção aos Mananciais (Uso do Solo)	17/11/1976
997	Lei Estadual – Controle de Poluição do Meio Ambiente	31/05/1976
7750	Lei Estadual – Política Estadual de Saneamento	31/03/1992
6134	Lei Estadual – Preservação de Águas Subterrâneas	02/06/1988
8468	Decreto Estadual – Prevenção e Controle de Poluição do Meio Ambiente	08/09/1976
43594	Decreto Estadual – Classificação de Rios em Áreas de Proteção aos Mananciais	27/10/1998
20	Resolução Conama – Classificação das Águas	18/06/1986
10755	Decreto Estadual – Enquadramento dos Corpos de Água Receptores	22/11/1977
50	Resolução SMA – Impõe ao Poder Público Defender e preservar o Meio Ambiente	25/07/1997
001	Resolução Conama – Uso e Implementação da Avaliação de Impacto Ambiental	23/01/1986
11	Resolução SMA – Audiências Públicas para o Licenciamento Ambiental	17/02/1998
19	Resolução SMA – Procedimento para Licenciamento Ambiental de Esgotamento Sanitário	22/03/1996
42	Resolução SMA – Procedimento para Análise de EIA RIMA	29/12/1994
05	Resolução Conama – Licenciamento de Obras de Saneamento	15/06/1988
252	Resolução Conama – Poluição Sonora	01/02/1999
8723	Lei Federal – Redução da Emissão de Poluentes por Veículos motores	28/10/1993
40280	Decreto Estadual – Poluição Atmosférica	18/08/1995
717	Portaria DAEE – Outorga pelo Uso da Água	1996
NBR 10004	Resíduos Sólidos	Set/1987
	Manual de Políticas Institucionais Ambiental	17/03/1998
	Manual de Obras Típicas de Saneamento	
	Agenda 21	

Fonte: SGA ETE Remédios – Sabesp, jan/2004.

É importante salientar que o atendimento a este ponto da norma auxiliou na gestão interna das informações referentes ao cumprimento da legislação.

A identificação dos aspectos ambientais, juntamente a identificação da legislação aplicável foram o ponto de partida para o estabelecimento dos objetivos e

metas ambientais. Os objetivos ambientais estabelecidos pela ETE Remédios para seu primeiro ano de gestão (2003) foram associados:

- à redução de consumo de recursos naturais;
- à redução da poluição associada à contaminação do solo;
- à redução da poluição associada à contaminação atmosférica;
- ao envolvimento dos fornecedores na conscientização ambiental.

Para o monitoramento do desempenho destes objetivos e verificação do atendimento às metas ambientais, foram definidos itens de controle específicos para o meio ambiente. Para os dados que já eram monitorados, foi possível utilizar dados históricos e estabelecer as faixas normais de operação e as metas a serem atingidas. Para os que não possuíam monitoramento, iniciou-se a coleta de dados para a posterior definição das faixas normais de operação e das metas.

Para o atendimento destes objetivos, a Divisão de Operação de Esgotos Leste estabeleceu um programa de gestão ambiental. Trata-se de um plano de ação com recursos financeiros e cronogramas estabelecidos para o atendimento dos objetivos ambientais definidos. A responsabilidade pelas ações definidas neste plano está a cargo da alta administração, do representante da administração e do encarregado.

O programa de gestão ambiental compreende ações de melhoria, qualidade, prevenção à poluição e redução de desperdícios, que, em conjunto, visam a proteção do meio ambiente e a obtenção de um melhor desempenho da ETE Remédios, podendo ser definido através das seguintes ações:

- elaboração de projeto para reutilização do efluente tratado;
- redução da quilometragem rodada para coleta das amostras;
- implementação de programa de conscientização ambiental para os fornecedores;
- atendimento dos limites legais para lançamento do efluente tratado no aquífero.

### 6.1.3.8 Implementação e Operação

Para o atendimento do item que se refere às funções, responsabilidades e autoridades no sistema de gestão ambiental, Estrutura e Responsabilidade, foi estabelecido um organograma da unidade apresentado na Figura 24.

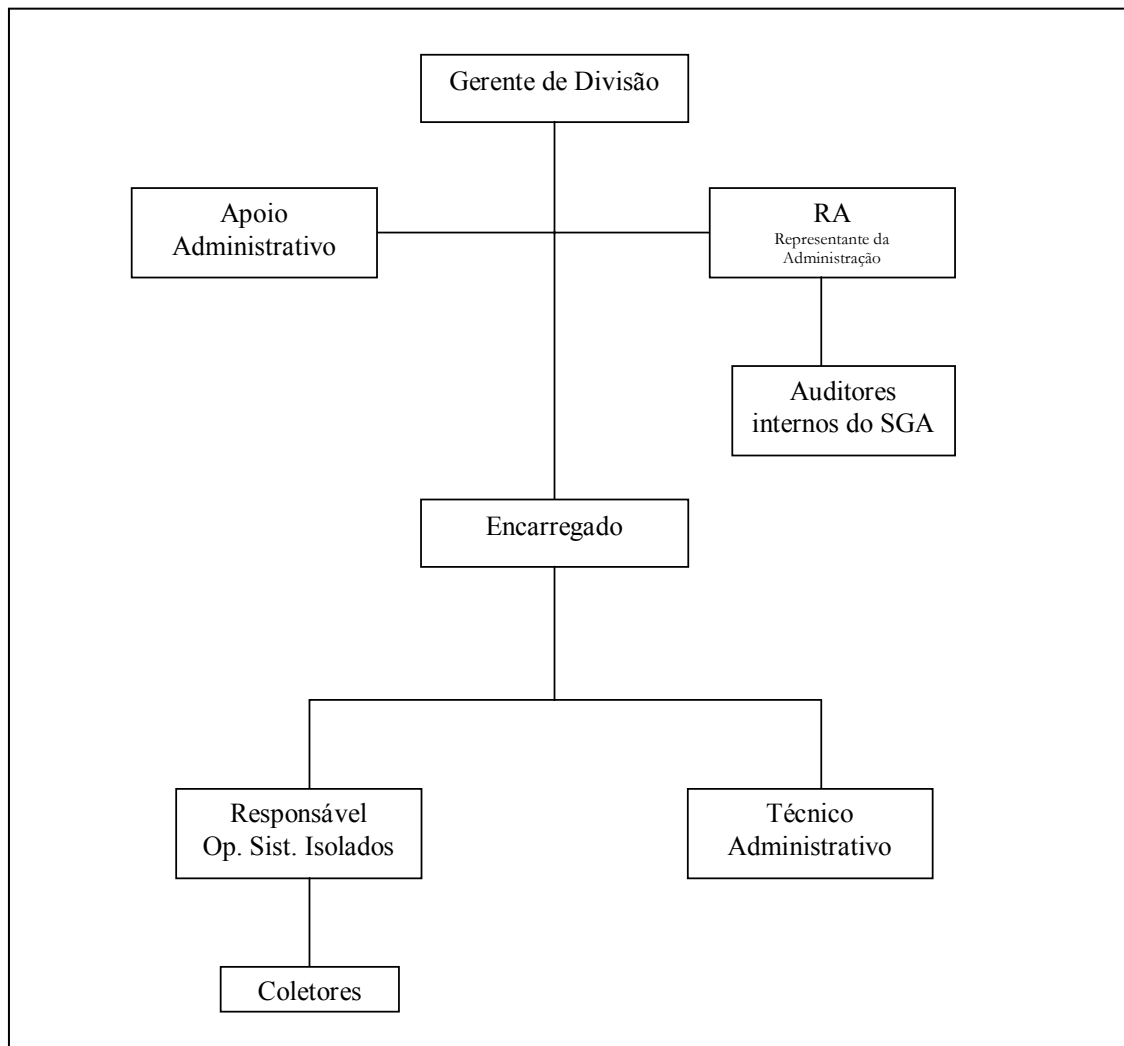


Figura 24 – Organograma das funções da Divisão de Operação de Esgotos Leste

Fonte: SGA ETE Remédios – Sabesp, jan/2004.

E foram descritos os cargos com as respectivas responsabilidades e autoridades dentro do SGA como no Quadro 11.

Quadro 11 - Cargos com as respectivas responsabilidades e autoridades

<b>Cargo</b>	<b>Responsabilidades</b>	<b>Autoridades</b>
Representante da administração	Elaborar planejamento de auditoria interna do SGA; Iniciar e finalizar o processo de ações corretivas; Coordenar análise da planilha de impactos ambientais; Divulgar a Alta Administração o resultado de auditorias ambientais; Assegurar que os requisitos do sistema de gestão ambiental sejam estabelecidos, implementados e mantidos de acordo com esta Norma; Relatar à Alta Administração o desempenho do sistema de gestão ambiental, para análise crítica, como base para o aprimoramento do sistema de gestão ambiental.	Iniciar, analisar e concluir processos de ações corretivas e preventivas; Promover avaliação dos auditados, após conclusão do ciclo de auditoria interna.
Audidores Internos	Realizar auditorias internas de acordo com NBR ISO 14001 para verificação de conformidades e possibilidades de melhorias.	—
Responsável pela Operação Sistemas Isolados	Monitorar e avaliar as Estações de Tratamento de Esgotos de Salesópolis através dos laudos de análises e informações complementares.	—
Coletores	Realizar coletas nas Estações de Tratamento de Esgoto de Salesópolis, bem como verificar possíveis anomalias no sistema.	—
Apoio Administrativo e Técnico Administrativo	Realizar atividades de apoio como demandas de pessoal, requisição de materiais, etc.	—
Encarregado	Coordenar as atividades de coleta no tocante a pessoal e insumos.	—
Gerente de Divisão	Participar do processo de análise crítica	Tomar decisões no processo de análise crítica; Iniciar, analisar e concluir processos de ações corretivas e preventivas; Promover avaliação dos auditados, após conclusão do ciclo de auditoria interna.

Fonte: SGA ETE Remédios – Sabesp, jan/2004.

### 6.1.3.9 Treinamento e Conscientização

A Divisão de Operação de Esgotos Leste adaptou os procedimentos existentes para identificação das necessidades de treinamento, assegurando-se de que todas as pessoas que exercem atividades, que possam gerar impactos ambientais, recebam treinamento apropriado, com base em educação, experiência, devendo estar conscientes:

- da importância da conformidade com a política ambiental, procedimentos e requisitos do SGA;
- dos impactos ambientais significativos, reais ou potenciais, de suas atividades e dos benefícios ao meio ambiente resultantes da melhoria de seu desempenho pessoal;
- de suas funções e responsabilidade em atingir a conformidade com a política ambiental, procedimentos e requisitos do SGA, inclusive os requisitos de preparação e atendimento a emergências;

- das potenciais conseqüências da inobservância de procedimentos operacionais especificados.

Os primeiros treinamentos realizados na Divisão de Operação de Esgotos Leste visaram a conscientização de todos os funcionários. A primeira etapa foi a conscientização da alta administração e encarregado. Nesta etapa, foram ministrados treinamentos de três horas de duração, focados nos principais problemas ambientais do mundo e o porquê de se buscar uma certificação ISO 14001.

Os demais integrantes da equipe receberam um treinamento de dezesseis horas, que abordou os problemas ambientais mundiais, o significado da certificação ISO 14001 e análise e interpretação dos itens da norma NBR ISO 14001.

Para todos os funcionários da Divisão de Operação de Esgotos Leste foi ministrado, pela consultoria externa, um treinamento de educação ambiental, com duração de vinte e quatro horas, no qual foram explicados os problemas ambientais mundiais, os conceitos do sistema de gestão ambiental (ISO 14001), a política ambiental da ETE Remédios, conceituação de aspectos e impactos ambientais, atitudes a serem tomadas em uma situação de emergência e o funcionamento do sistema de comunicação. Este tipo de treinamento recebeu reforços pelo sistema de comunicação através da utilização de murais, jornais internos e informações na intranet e internet.

Numa segunda etapa, os treinamentos passaram a ter um caráter mais específico. Em cada área da Divisão de Operação de Esgotos Leste foram reunidos os funcionários e ministrado treinamento referente aos aspectos e impactos ambientais de acordo com as atividades realizadas por cada área..

A terceira etapa foi a fase dos treinamentos aplicados ao conhecimento dos procedimentos operacionais da ETE Remédios. Nestes, cada área elaboradora de um procedimento ministrou treinamento para as pessoas/áreas envolvidas em sua observância.

Após dois meses passados do primeiro treinamento ministrado para todos os funcionários, o conteúdo foi rerepresentado, visando um reforço no processo de conscientização. Desta vez, pelo representante da administração, que também mostrou



as questões ecológicas mundiais, como a geração de lixo, a poluição da água e a preservação do meio ambiente, além do treinamento de toda a documentação gerada.

Para a programação dos treinamentos a serem ministrados, a Divisão de Operação de Esgotos Leste utiliza como ferramenta um Plano Anual de Treinamento. Neste plano cada funcionário tem definido quais os treinamentos necessários para o desenvolvimento de suas funções, além daqueles considerados complementares. Com a implantação do SGA foram acrescentados os treinamentos que devem ser oferecidos na área ambiental.

#### **6.1.3.10 Sistema de Comunicação**

Para o atendimento ao requisito 4.4.3 Comunicação, foi estabelecido um procedimento que define como o sistema de comunicação ambiental está estruturado, destacando os processos de comunicação interna e externa. Em análise dos processos de comunicação praticados pela Divisão de operação Leste, constatou-se que os mesmos não atendiam plenamente às necessidades impostas pelo SGA. Desta forma, foi intensificada a utilização das ferramentas existentes, acrescidas das melhorias necessárias.

Para se comunicar com o meio externo, a Divisão de Operação de Esgoto Leste faz uso de jornais locais (Salesópolis/SP), onde divulga as principais informações do SGA e disponibiliza seu telefone para contatos relativos às questões ambientais, além de comunicações sobre emergências.

O sistema de comunicação interna funciona da mesma forma. Além disso, os colaboradores da Divisão de Operação de Esgotos Leste recebem informações através de murais, jornais internos e da intranet e podem, ainda, fazer suas sugestões e/ou reclamações pessoalmente ao representante da administração.

O representante da administração é o responsável pelo recebimento da comunicação e pelo encaminhamento da resposta e, caso necessário, pelo envolvimento das demais áreas da Sabesp, competentes para a resolução do problema, implantação da

sugestão e atendimento às solicitações. Todo este trâmite é registrado e armazenado em arquivo disponível no SGA.

### 6.1.3.11 Documentação do Sistema de Gestão Ambiental

Nesta etapa, foram estabelecidos e mantidos procedimentos e instruções ambientais para identificação das necessidades de treinamento e conscientização, para comunicação; para os requisitos legais e outros requisitos, procedimentos de emergências, para monitoramento e medição, para ações corretivas e preventivas, para auditorias internas, além de procedimentos para controle de todos os registros gerados no SGA. Toda esta documentação é controlada de forma a ser facilmente localizada, periodicamente analisada, revisada e quando obsoleta, descartada.

O Quadro 12 mostra a lista de documentação gerada no SGA da ETE Remédios.

Quadro 12 – Lista mestra de documentação do SGA

Nº Documento	Descrição	Revisão	Data
MA 4.1.0-01	Manual do Sistema de Gestão Ambiental	05	29/01/03
PA 4.3.1-01	Aspectos Ambientais	03	23/08/02
PA 4.3.2-01	Requisitos Legais e Outros Requisitos	02	17/06/02
PA 4.3.3-01	Objetivos e Metas Ambientais	02	29/08/02
PA 4.4.2-01	Treinamento, Conscientização e Competência	03	11/07/02
PA 4.4.3-01	Comunicação	01	03/05/02
PA 4.4.5-01	Controle de Documentos	02	17/06/02
PA 4.4.7-01	Preparação e Atendimento a Emergências	01	10/05/02
PA 4.5.1-01	Monitoramento e Medição	04	04/08/03
PA 4.5.2-01	Não Conformidade e Ações Corretivas e Preventivas	02	17/06/02
PA 4.5.3-01	Registros	01	03/05/02
PA 4.5.4-01	Auditoria do Sistema de Gestão Ambiental	0	09/01/02
IA 4.4.6-01	Instrução Ambiental para Requisitos Atendidos por Fornecedores	01	04/08/03
IA 4.5.1-01	Instrução Ambiental de Equipamentos de Monitoramento e Medição	0	04/03/02
IA 4.5.1-02	Instrução Ambiental de Coleta de Amostras	02	18/06/03
IA 4.5.1-03	Instrução Ambiental de Manobras de Stop Logs de Remédios	01	17/07/02

Fonte: SGA da ETE Remédios – Sabesp, jan/2004.

Os documentos do SGA têm um código identificador, de acordo com o item da norma ao qual está relacionado (ver Quadro 12). Cada documento apresenta: descrição das alterações efetuadas no procedimento, os responsáveis pela elaboração, verificação e aprovação, uma lista de documentos relacionados ao procedimento e um controle de cópias, conforme é apresentado na Figura 25.

	<b>DIVISÃO DE OPERAÇÃO DE ESGOTOS LESTE</b>	Rev.: 05
	<b>MANUAL DO SISTEMA DE GESTÃO AMBIENTAL</b>	MA 4.1.0-01 Pg. 1 de 13

<b>Alterações efetuadas no procedimento</b>		
Revisão	Data	Descrição das modificações
Ø	03/04/02	Primeira publicação.
01	03/05/02	Inclusão de documentos relacionados, definição das áreas envolvidas no escopo de certificação na introdução e no organograma.
02	17/06/02	Adequação da Política Ambiental, conforme Desk study SGS ICS (11/06/02).
03	02/08/02	Adequação da sistemáticas a serem seguidas pelos fornecedores e acompanhamento dos programa de gestão ambiental
04	18/10/02	Revisão da Política Ambiental
05	29/01/03	Revisão da Política Ambiental

<b>Responsáveis pela elaboração deste procedimento</b>		
Nome	Função	Visto
Andréia Guaracho Ramos	Representante da Administração	

<b>Responsáveis pela aprovação deste procedimento</b>		
Nome	Função	Visto
Ivana Wuo Pereira	Gerente de Divisão	

<b>Documentos relacionados a este procedimento</b>	
Número	Descrição
PA 4.3.1-01	Aspectos ambientais
PA 4.3.2-01	Requisitos legais e outros requisitos
PA 4.4.2-01	Treinamento, conscientização e competência
PA 4.4.3-01	Comunicação
PA 4.4.5-01	Controle de documentos
PA 4.4.7-01	Preparação e atendimento a emergências
PA 4.5.1-01	Monitoramento e medição
PA 4.5.2-01	Não-conformidade e ações corretiva e preventiva
PA 4.5.3-01	Registros
PA 4.5.4-01	Auditoria do sistema de gestão ambiental
PA 4.3.3-01	Objetivos e metas ambientais
IA 4.5.1-01	Instrução Ambiental de Equipamentos de Monitoramento e Medição
IA 4.5.1-02	Instrução Ambiental de Coleta de Amostras
IA 4.5.1-03	Instrução Ambiental de Manobras de Stop Logs de Remédios
IA 4.4.6-01	Instrução Ambiental para Requisitos Ambientais atendidos por Fornecedores

<b>ATENÇÃO:</b>
Documento válido apenas se estiver impresso no papel de cor verde

Figura 25 – Capa padrão dos documentos do SGA da ETE Remédios  
Fonte: SGA ETE Remédios – Sabesp, jan/2004.

Os documentos do Sistema de Gestão Ambiental da ETE Remédios encontram-se disponíveis em meio eletrônico, em todos os computadores da unidade, sendo apresentados no “Gerenciador SGA”, programa desenvolvido na Divisão de Operação de Esgotos Leste. A Figura 26 ilustra como é a apresentação deste sistema.

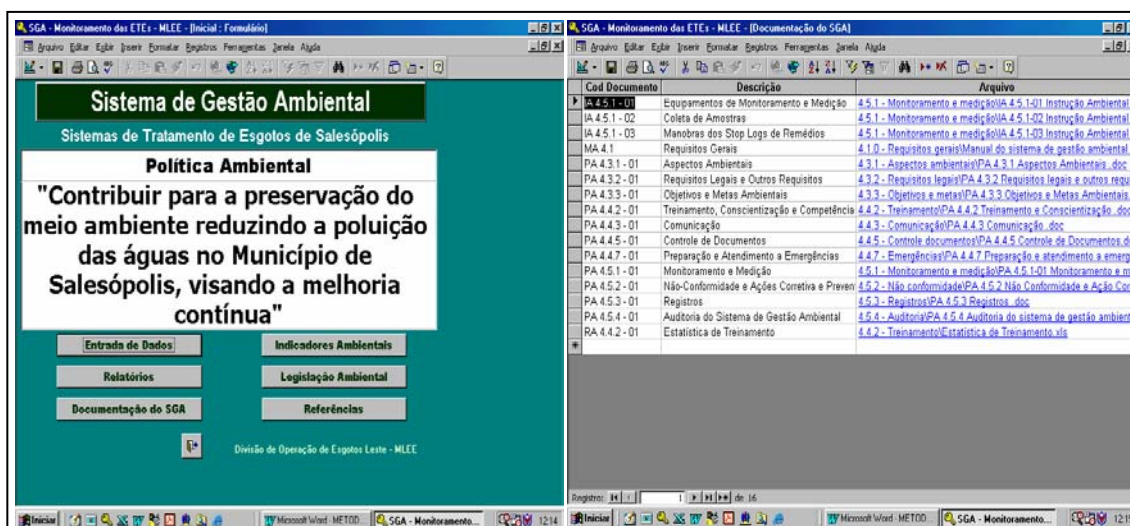


Figura 26 – “Gerenciador SGA”: Sistema eletrônico de documentação do SGA

Fonte: SGA ETE Remédios – Sabesp, jan/2004.

O Representante da Administração é quem atualiza toda a documentação com as revisões vigentes e disponibilizá-las no Gerenciador SGA.

### 6.1.3.12 Controle Operacional

O controle operacional foi um dos itens que receberam maior dedicação, por se considerar que, dele depende o sucesso do programa, uma vez que são nas atividades operacionais e no seu controle, que se tem o engajamento das pessoas, e onde se pode tomar ações corretivas, preventivas e de melhoria, aperfeiçoando desta forma o sistema.

Foram identificadas as operações associadas aos aspectos ambientais significativos e planejadas as atividades, de forma a assegurar que estas fossem executadas, a fim de prevenir a geração de impactos ambientais significativos. Nesta etapa, foram elaborados diversos procedimentos, visando cobrir as exigências da norma

e atuar preventivamente, onde sua ausência possa acarretar desvios em relação à política ambiental e aos objetivos e metas, bem como efetuar a comunicação dos procedimentos e requisitos pertinentes a serem atendidos pelos fornecedores. Entre os procedimentos que foram estabelecidos para o atendimento aos requisitos da ISO 14001, estão os de:

- limpeza e conservação das áreas da ETE Remédios;
- análises físico-químicas e bacteriológicas dos efluentes e das águas subterrâneas;
- licenciamento ambiental;
- medição de ruídos e inspeção de extintores de incêndio dos veículos da Divisão de Operação de Esgotos Leste;
- pesquisas científicas na ETE Remédios.

Os pontos do controle operacional que ganharam maior destaque, permitindo o envolvimento de todos os colaboradores da ETE Remédios, foram o monitoramento e medição do efluente tratado e a coleta de amostras, com uma programação de coleta pré-definida, de acordo com a legislação aplicável e com frequência de amostragem estabelecida, conforme a experiência e necessidade de dados para controle operacional a ETE. O Quadro 13 mostra a programação de coleta estabelecida pela Divisão de Operação de Esgotos Leste para o ano de 2003.

Quadro 13 – Programação de coleta da ETE Remédios

PROGRAMAÇÃO DE COLETA								
Mês	Data	Dia da Semana	ETE REMÉDIOS					
			Semestral Decreto 8468 Art.18 e 19A	Mensal Decreto 8468 Art.18 (*)	Sazonal Corpo d'água Decreto 8468 Art.11	Annual CONAMA 20 Art. 21 Saída	Semestral Poços Portaria 1469	Mensal Poços Portaria 1469
Janeiro	14/01/03	Terça-feira		X				
Janeiro	20/01/03	Segunda-feira					Esgotamento	Esgotamento
Janeiro	21/01/03	Terça-feira					X	X
Fevereiro	04/02/03	Terça-feira		X				
Fevereiro	17/02/03	Segunda-feira						Esgotamento
Fevereiro	18/02/03	Terça-feira						X
Fevereiro	25/02/03	Terça-feira	X					
Fevereiro	26/02/03	Quarta-feira						
Fevereiro	27/02/03	Quinta-feira			X			
Março	11/03/03	Terça-feira		X				
Março	24/03/03	Segunda-feira						Esgotamento
Março	25/03/03	Terça-feira						X
Abril	08/04/03	Terça-feira		X				
Abril	22/04/03	Terça-feira						Esgotamento
Abril	23/04/03	Quarta-feira						X
Abril	29/04/03	Terça-feira				X		
Maio	06/05/03	Terça-feira		X				
Maio	19/05/03	Segunda-feira						Esgotamento
Maio	20/05/03	Terça-feira						X
Junho	03/06/03	Terça-feira		X				
Junho	16/06/03	Segunda-feira						Esgotamento
Junho	17/06/03	Terça-feira						X
Julho	08/07/03	Terça-feira		X				
Julho	21/07/03	Segunda-feira					Esgotamento	Esgotamento
Julho	22/07/03	Terça-feira					X	X
Agosto	05/08/03	Terça-feira		X				
Agosto	18/08/03	Segunda-feira						Esgotamento
Agosto	19/08/03	Terça-feira						X
Agosto	26/08/03	Terça-feira			X			
Agosto	27/08/03	Quarta-feira						
Agosto	28/08/03	Quinta-feira	X					
Setembro	02/09/03	Terça-feira		X				
Setembro	22/09/03	Segunda-feira						Esgotamento
Setembro	23/09/03	Terça-feira						X
Outubro	07/10/03	Terça-feira		X				
Outubro	20/10/03	Segunda-feira						Esgotamento
Outubro	21/10/03	Terça-feira						X
Novembro	04/11/03	Terça-feira		X				
Novembro	17/11/03	Segunda-feira						Esgotamento
Novembro	18/11/03	Terça-feira						X
Dezembro	02/12/03	Terça-feira		X				
Dezembro	15/12/03	Segunda-feira						Esgotamento
Dezembro	16/12/03	Terça-feira						X

Fonte: SGA ETE Remédios – Sabesp, jan/2004.

Outro fator muito importante para o controle operacional da ETE foi a criação de planilha específica, conforme Figura 27, para registro das avaliações das instalações, onde os próprios operadores têm oportunidade de identificação de anomalias, além de atuar na resolução do problema, evitando, assim, a geração de um impacto ambiental.


 <b>AVALIAÇÃO DAS INSTALAÇÕES</b>			
Local Visitado:			Data:
Condições Climáticas:			
<input type="checkbox"/> chuva <input type="checkbox"/> sol <input type="checkbox"/> garoa <input type="checkbox"/> vento forte			
Aspectos gerais da ETE:			
Caixa de areia ?	Bom	Regular	Péssimo
Área verde ?	Bom	Regular	Péssimo
Grade de retenção ?	Bom	Regular	Péssimo
Há indício de entrada de animais de grande porte na ETE, Ex.: Cavalo, boi, etc. ?	Sim	Não	
A ETE está devidamente cercada e fechada?	Sim	Não	
Há indício de vandalismo?	Sim	Não	
Identificou alguma anomalia ? (Descrever)	Sim	Não	
Quais as ações de melhoria tomadas?			
Elaborado por:			Visto:

Figura 27 – Planilha para avaliação das instalações da ETE Remédios

Fonte: SGA ETE Remédios – Sabesp, jan/2004.

### 6.1.3.13 Plano de Preparação e Atendimento a Emergências

O plano de preparação e atendimento a emergências foi estabelecido para contemplar os eventos que podem gerar situações de emergência, como vazamentos, derramamentos, incêndios, contaminações, inundações, entre outros. Este plano foi testado através de simulados, envolvendo todos os colaboradores e alguns fornecedores, os quais praticaram ações de evacuação das áreas de trabalho, uso dos pontos de segurança, a prontidão no atendimento a emergências por parte dos fornecedores, o tempo para resolução dos problemas simulados, etc. Após estes simulados, é elaborado um relatório com o objetivo de testar a eficácia do plano, detectar falhas e corrigi-las, quando necessário.

#### **6.1.3.14 Verificação e Ação Corretiva**

Para o atendimento específico do item de monitoramento e medição, que prevê o acompanhamento das atividades que possam gerar impactos ambientais significativos, são monitorados os itens de qualidade do ar, vazões de efluentes, geração de resíduos sólidos e ruído. É desta forma, que a alta administração da Divisão de Operação de Esgotos Leste fica inteirada dos resultados do programa e toma suas decisões quanto às questões ambientais.

Para o tratamento das não-conformidades foi estabelecido um procedimento específico para a implementação das ações corretivas e preventivas para o SGA. Neste procedimento, são descritos quais os pontos que geram uma não-conformidade ou oportunidade de melhoria, qual o tipo de ação gerada e de quem é a responsabilidade de ação.

No caso de ser detectada uma não-conformidade, é aberto um documento denominado RAC (Relatório de Ação Corretiva). Neste relatório, pessoas da área onde ocorreu a não-conformidade devem fazer uma análise para detecção da causa raiz e causas secundárias. A identificação das causas é realizada através da utilização de ferramentas de qualidade como: *brainstorming* ou Diagrama de *Ishikawa* (causa e efeito). Devem ser indicadas quais as ações de contenção, correção e prevenção, bem como a abrangência destas ações, de modo a eliminar as causas da não-conformidade em outros processos ou produtos. Depois de preenchido, este documento é entregue ao representante da administração, que faz o monitoramento da implantação destas ações e verifica sua eficácia.

#### **6.1.3.15 Controle de Registros**

O controle de registros ambientais é de responsabilidade do representante da administração, que distribui aos demais colaboradores, cópias dos documentos do SGA. Estas cópias são controladas através de uma lista mestra contendo as informações de identificação dos responsáveis pela coleta, dados sobre o acesso, arquivamento, indexação, armazenamento, tempo de retenção e disposição de todos os registros do SGA.



A *identificação* de um registro consta do nome do registro e de seu estado revisional. O *responsável pela coleta* descreve a função da pessoa da área que gerou o registro. O *acesso* indica quem são as pessoas e/ou função que podem acessar o registro. O *arquivamento* indica o local da Divisão de Operação de Esgotos Leste, onde os registros são arquivados. A *indexação* é a forma como este registro está sendo arquivado (Ex: por data, por número, etc.). O *armazenamento* é o meio pelo qual o registro está sendo arquivado (Ex: meio eletrônico, arquivo em papel, etc.), devendo garantir a boa manutenção do registro. O *tempo de retenção* indica por quanto tempo um registro deve ser armazenado e a *disposição* orienta, o que deve ser feito com o registro, uma vez vencido o tempo de retenção.

#### **6.1.3.16 Auditorias do Sistema de Gestão Ambiental**

As auditorias do Sistema de Gestão Ambiental são realizadas para avaliar o grau de conformidade das disposições planejadas para o SGA e os requisitos da norma NBR ISO 14001, determinar a eficácia do sistema implementado, prover ao auditado uma oportunidade de melhorar o SGA e permitir à alta administração, com base no resultado da avaliação, analisar criticamente o Sistema de Gestão Ambiental implementado.

Esta verificação é realizada periodicamente, através de auditorias internas realizadas por equipes especializadas da própria empresa, em intervalos de aproximadamente seis meses e, também, através de auditorias externas realizadas pelos organismos de terceira parte, em intervalos de aproximadamente seis meses. As auditorias são intercaladas de forma que próximo a cada três meses a Divisão de Operação de Esgotos Leste seja auditada. Independente da programação anual, as áreas podem solicitar uma auditoria interna com escopo específico.

O planejamento das auditorias internas considera a importância das atividades ou áreas a serem auditadas de acordo com o levantamento dos aspectos ambientais, o número de não-conformidades na auditoria anterior, fatores externos, como reclamações de partes interessadas, mudanças organizacionais e inclusão de novos projetos.

Ao final da auditoria é apresentado um relatório, indicando o desempenho das áreas auditadas.

#### **6.1.3.17 Análise Crítica pela Alta Administração**

A análise crítica pela alta administração é realizada em períodos não superiores a três meses. Tem por objetivo assegurar a contínua adequação e eficácia do SGA em atender aos requisitos da norma NBR ISO 14001, à política ambiental e aos objetivos e metas estabelecidos.

Participam destas reuniões, gerentes de departamentos, de divisões, encarregados, o representante da administração e convidados.

A análise crítica é baseada nos resultados das auditorias, sendo avaliadas as ações corretivas e preventivas tomadas. São analisados os indicadores de desempenho do Sistema de Gestão Ambiental e o atendimento à política ambiental, objetivos e metas ambientais propostos.

Nestas reuniões são tomadas decisões relativas a investimentos e planos de ações necessários para o atendimento aos requisitos do SGA.

#### **6.1.4 Após a Implantação do SGA**

Muitas foram as melhorias com o SGA implantado. Hoje, a ETE Remédios conta com mecanismos para eliminação, redução e/ou mitigação dos impactos oriundos de suas atividades.

A gerência através de reuniões de análise crítica tem um panorama de todo o sistema, propõe, assim, melhorias contínuas e toma decisões em face de possíveis desvios, aplicando as ferramentas que o SGA preconiza, como os planos de emergência, relatórios de ações corretivas e preventivas e auditorias.

Demonstrando a preocupação com a melhoria contínua do SGA, foi estabelecida uma parceria feita com o Departamento de Geociências da USP, na qual os

técnicos da ETE Remédios juntamente com os técnicos da USP irão desenvolver estudos e pesquisas nos seguintes campos:

- otimização do sistema de tratamento implantado;
- caracterização dos esgotos gerados na comunidade;
- obtenção de parâmetros regionais, tanto relativos a sistemas de tratamento secundários quanto a sistemas de infiltração, que poderão ser utilizados em futuros empreendimentos na própria região ou em regiões com características similares;
- desenvolvimento de conhecimentos relativos aos processos de infiltração de esgotos no solo: dinâmica dos processos de decaimento virológico e bacteriológico;
- análise comparativa de processos de infiltração, de evaporação e de solução mista;
- obtenção de subsídios para o aprimoramento da legislação ambiental vigente, uma vez que não existem itens ou parâmetros específicos, abordando infiltração no solo ou contaminação de aquíferos;

A integração do meio acadêmico com as áreas operacionais de planejamento, de engenharia e de desenvolvimento tecnológico de diversas unidades da empresa é uma grande iniciativa para a contribuição da melhoria da qualidade dos serviços prestados.

O Quadro 14 apresenta comparações dos principais itens requisitados pela NBR ISO 14001, contemporizado em antes e após a implantação do SGA na ETE Remédios.

Quadro 14 – Comparação dos itens de controle antes e após a implantação do SGA

Itens Analisados	Antes da Implantação do SGA	Após a Implantação do SGA
Alta Administração	Pouco comprometida com as questões ambientais relacionadas a ETE, com visão apenas operacional (coletas de amostras, estética, treinamento, manutenção corretiva), até mesmo pela falta de metodologia de alocar as informações.	Totalmente comprometida com o SGA, com visão holística de melhoria operacional e ambiental (programação de coletas, capacitação por competências, manutenções preventivas incluindo descarte adequado dos resíduos), participação ativa nas reuniões de análise crítica e consultas prontamente disponíveis de todo andamento do sistema.
Política Ambiental	Diretriz corporativa muito genérica de difícil compreensão.	Definida a política ambiental da ETE, a qual direciona todas as ações para melhoria do SGA implantado.
Planejamento	Não havia planejamento para mitigação e/ou minimização dos impactos ambientais, sendo restringido sua atuação no monitoramento da ETE, ainda que muito insipiente, sem, contudo, realizar o seu gerenciamento.  TEORIA GERA A PRÁTICA	Mantém alto nível de planejamento de suas atividades em conformidade com o SGA implementado, com definição e adoção de ações corretivas e estabelecimento de cronogramas individualizados para todas as atividades que possam gerar melhorias no desempenho ambiental da ETE, a fim de mitigar e/ou minimizar os impactos ambientais mapeados.  PRÁTICA DA GESTÃO GERA TEORIA
Requisitos Legais	Legislação controlada através da escolha pelo cumprimento do licenciamento, em frequências pouco significativas.	Realiza gestão do processo de tratamento que vai além do cumprimento da legislação e manutenção da licença de funcionamento da ETE. Avaliação de toda legislação pertinente de acordo com o levantamento dos aspectos e impactos ambientais. Além disso, mantém um sistema com procedimentos bem definidos para acompanhar a sua atuação ambiental e aferir níveis de satisfação/aprovação da comunidade, atuando diretamente para correção dos desvios verificados.
Desenvolvimento e Gestão de Pessoas	Fraca ou nenhuma atuação nesse sentido, realizando treinamentos com ausência de programa de treinamento/capacitação com vistas à melhoria contínua. Falta de entrosamento e/ou relações pessoas entre os níveis da organização.	Realiza um trabalho de desenvolvimento e gestão de “competências”, demonstrado pela manutenção de procedimentos bem estabelecidos e documentados, com matriz de capacitação/treinamento de todo seu corpo de empregados; promoção de programa específico de geração de idéias, para obtenção de sugestões de melhoria para o SGA.  Fluidez das relações pessoais entre os níveis hierárquicos da organização.

Fonte: SGA ETE Remédios - Sabesp, jan/2004.

O trabalho de pesquisa que se inicia na ETE Remédios será de importância fundamental para este processo contínuo de busca pela melhoria contínua, âncora de um SGA. Com isto, espera-se que se desenvolvam conhecimentos que, além de atender às necessidades de otimização da ETE e subsídios para novos projetos na região, possam ser encarados também como investimento no seu capital intelectual.

Com tudo isto, as unidades envolvidas dão um grande passo no sentido das boas práticas de gestão, o que certamente frutificará em avanços nos aspectos ambientais e de saúde pública para a região em que se insere e para a definição de sugestões e incentivos para outras plantas de tratamento de esgoto.

## 7. CONCLUSÕES

Ao longo deste trabalho, pôde-se observar a importância crescente da questão ambiental no dia-a-dia das pessoas e o envolvimento das organizações neste processo. Através do estudo de caso, pode-se observar que a certificação ambiental adquirida pela ETE Remédios proporcionou os seguintes benefícios:

- controle e redução dos recursos utilizados nos processos produtivos;
- comprometimento dos recursos humanos;
- geração de receita;
- identificação e controle dos aspectos e impactos ambientais relevantes à ETE;
- possibilidade de atingir sua política ambiental, seus objetivos e metas, incluindo o cumprimento da legislação ambiental;
- definição de uma série básica de princípios que guiem a abordagem da ETE, em relação às suas futuras responsabilidades ambientais;
- estabelecimento de metas de curto, médio e longo prazo para o desempenho ambiental, assegurando o equilíbrio de custos e benefícios;
- melhoria da imagem.

É importante relatar, aqui, que o SGA da ETE Remédios forneceu um processo estruturado para a melhoria contínua, cujo ritmo é determinado pela empresa, em função de várias circunstâncias, inclusive econômicas. Embora alguma melhoria no desempenho ambiental possa ser esperada, devido à adoção de uma abordagem sistemática, deve-se entender, porém, que é uma ferramenta que permite à ETE alcançar e, sistematicamente, controlar o nível de desempenho ambiental, que ela mesma estabelece. A criação e operação do SGA não resultarão por si só numa redução imediata de impactos ambientais adversos. Há de se lembrar, aqui, que a planta estudada

tem apenas uma lagoa e que a gestão ambiental deverá prever, também, a limpeza da mesma, partindo-se daí o grande desafio da garantia de uma gestão integrada, levando-se em consideração todas as implicações, inclusive legais, de como operacionalizar esse trabalho com o menor impacto ambiental possível.

Tal experiência é de extrema importância, pois um SGA pressupõe uma visão ampla de todo o sistema de gerenciamento ambiental, desde a entrada das águas residuárias, insumos, tratamento até a saída do efluente tratado e geração de resíduos.

A definição de uma política ambiental, que exponha as intenções e princípios em relação ao desempenho ambiental procurando minimizar impactos ambientais provenientes das atividades das Estações de Tratamento de Esgotos, é de suma importância para a garantia de recursos hídricos em quantidade e qualidade suficientes para o atendimento de 100% da população e a necessidade de preservar o meio ambiente para as atuais e futuras gerações e no papel público de estimular o desenvolvimento sustentável.

Destaca-se como principal resultado, os avanços que as Estações de Tratamento de Esgotos conseguirão com relação às preocupações ambientais, mesmo sendo por meio de pressões, fiscalizações, autuações, etc.

Portanto, o modelo que se sugere de implantação de um Sistema de Gestão Ambiental é possível em qualquer sistema de tratamento de esgoto.

Para que se tenha um SGA eficaz, é necessário muito empenho por parte de todos os atores que formam o cenário da certificação ambiental, como: alta administração da organização, funcionários, clientes, sociedade civil, organismos certificadores, organismos credenciadores, organismos normalizadores, órgãos de defesa do consumidor, órgãos ambientais, entre outros.

A Norma ISO 14001 exige treinamento e conscientização de todos os envolvidos na organização quanto à gestão ambiental.

Entre os benefícios do SGA, está o fato de o mesmo ser baseado na melhoria contínua. Com a conscientização ambiental imposta pelo SGA, as pessoas

detectam em suas atividades, quais ações impactam diretamente na melhoria do sistema proposto pelo SGA. Assim, as ações ou atividades que antes não eram notadas como benéficas ou maléficas para o meio ambiente, passam a ser identificadas e consideradas na tomada de decisão ou na simples execução de uma operação.

O ponto mais importante de um SGA é a exigência da atuação responsável. O simples fato da implantação de uma Norma ISO 14001 exigir o atendimento à legislação ambiental, faz com que as ETE's repensem sua postura e passem a atuar com mais responsabilidade perante a sociedade, avaliando todo o seu "ciclo de produção" do efluente tratado, analisando sua interface com o meio ambiente. As ETE's precisam conduzir-se adequadamente, seguindo a legislação ambiental vigente, tratando os seus resíduos sólidos, líquidos, suas emissões atmosféricas, seus ruídos, odor e definindo quais seus impactos ao meio ambiente.

O que se espera é que a certificação ambiental traga às ETE's um maior controle sobre todo seu processo, contribuindo, assim, para a preservação do meio ambiente.

Uma gestão ambiental efetiva nos sistemas de tratamento de esgotos requer mudanças de paradigmas nesse setor e a busca de novas ferramentas gerenciais poderá ser uma saída satisfatória na solução de problemas. Deve-se considerar que a questão ambiental é mais ampla que a sanitária. Assim, pode-se estabelecer critérios, que além de atender a população, possa minimizar efeitos negativos ambientais, que tais plantas pressupõem.

Além disso, a melhoria da qualificação de recursos humanos poderá ser decisiva na melhoria do processo gerencial. Assim, os conceitos definidos na série de Norma ISO 14000 poderão provocar mudanças sensíveis no processo como um todo, tornando os sistemas de tratamento de esgotos sustentáveis ambientalmente.

Portanto, um SGA permite a integração entre a gestão ambiental e a função administrativa geral da ETE.

Para que a gestão ambiental do sistema de tratamento de esgoto seja efetiva, é necessário primeiramente que o grupo gestor conheça o sistema tecnicamente,



valorize esse sistema preconizando sua importância, conheça os problemas e como eles podem interferir em todo o sistema e, finalmente, leve em consideração as interferências que o sistema de tratamento de esgoto têm com os demais sistemas de saneamento (de água, de drenagem, de resíduos).

## **8. RECOMENDAÇÕES**

Para futuros processos de implantação, recomenda-se a análise de outras normas da série ISO 14000, como a ISO 14031 – Avaliação da Performance Ambiental ou a ISO 14040 – Análise do Ciclo de Vida dos Produtos. Estas normas são complementares à ISO 14001 e deverão permitir uma melhor avaliação do desempenho ambiental da Estação de Tratamento de Esgoto, assim como um direcionamento da mesma para a tomada de ações relativas ao desempenho sustentável.

## 9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AISSE, M. M. **Sistemas econômicos de esgotos sanitários**. ABES. Rio de Janeiro, 2000. 192p.

ALVARENGA, S. R. **A análise de áreas de proteção ambiental enquanto instrumento da política nacional de meio ambiente: O caso da APA Corumbataí – SP**. São Carlos. Dissertação de mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos – USP, 1997. 225p.

ANDRADE, J. C. S.; DIAS, C. C.; SOUZA, S. S. **Para além das estratégias ambientais reativas: O desafio da CETREL SA**. Revista Baiana de Tecnologia – TECBAHIA. v.13, n.1, jan-abr., 1998. p 111-28.

ARTHUR, J. P. **Notes on the design an operation of waste stabilization ponds in warm climates of developing countries**. Technical Paper, n. 7, Washington, DC, 1983.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT: **Sistemas de Gestão Ambiental – especificação e diretrizes para uso: NBR ISO 14001:1996**. Rio de Janeiro, 1996.

\_\_\_\_\_: **Sistemas de Gestão Ambiental – diretrizes gerais sobre princípios, sistemas e técnicas de apoio: NBR ISO 14004:1996**. Rio de Janeiro, 1996.

BARROS, R. T. V. et all. **Manual de Saneamento e Proteção Ambiental para Municípios**. Vol II – Saneamento. Belo Horizonte, Escola de Engenharia da UFMG. 1995. 221p.

BELLO, C. V. V. et al. **Comentários sobre as normas ISO 9000, ISO 14000 e a Gestão da Qualidade Total**. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 18., Niterói. Anais. Niterói, UFF. p.1-8. [1 CD-ROM]. nov, 1998.

BRASIL. Constituição 1988. **Constituição da República Federativa do Brasil**: promulgada em 05 de outubro de 1988. Brasília: Senado Federal, 1988.

BRASIL. Lei 9605, de 12 de fevereiro de 1998. **Lei da Natureza: Lei de Crimes Ambientais**. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Brasília: IBAMA, 1998.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria 518 de 25 de março de 2004**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília: MS, 2004.

BRASIL. Conselho Nacional de Meio ambiente. **Resolução CONAMA nº. 20 de 18 de Juno de 1986**. Brasília: CONAMA, 1986.

CAMPOS, J. R. **Alternativas para tratamento de esgotos – Pré-tratamento de águas para abastecimento**. Consórcio das Bacias dos Rios Piracicaba e Capivari. Americana. 1994. 112p.

\_\_\_\_\_ (Coordenador). **Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbio e disposição controlada no solo**. Rio de Janeiro: ABES, il Projeto PROSAB. 1999. 464p.

CAMPOS, V. F. **TQC: Controle da qualidade total (no estilo japonês)**. 4ª edição. Belo Horizonte, Fundação Cristiano Ottoni, Escola de engenharia da UFMG, 1992.

CASCIO, J.; WOODSIDE, G.; MITCHELL, P. **ISO 14000 Guide - The New International Environmental Management Standards**. EUA: Ed. McGraw-Hill, 1996. 221p.

CASTRO, A. G. B. **A legislação brasileira e o meio ambiente**. Apostila do curso prático em auditoria ambiental. Belo Horizonte. JPD Training Limited, 6-10 out., 1996. 183p.

CAVALCANTI, R. N. **A mineração e o desenvolvimento sustentável: Casos da Companhia Vale do Rio Doce.** São Paulo. Tese de Doutorado. Escola Politécnica da Universidade de SP, 1996. 432p.

CHERNICHARO, C. A L. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias – reatores anaeróbios.** Belo Horizonte. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – PESA/UFMG. v. 5. 1997. 245p.

CHIAVENATO, I. **Gestão de Pessoas: O novo papel dos recursos humanos nas organizações.** Rio de Janeiro: Campus, 1999.

CHRISTENSEN, T. H.; COSSU, R.; STERGMANN, R. **Landfilling of waste: Biogás.** E.FN SPON. Londres. 1995. 840p.

CLARK, C. S. et al. **Disease risks of occupational exposure to sewage.** J. of the Envir. Eng. Div., v. 102, n. EE2, p. 375-388, 1976.

COMPANHIA DE SANEMANTO DO ESTADO DE SÃO PAULO – SABESP. Sistema de Gestão Ambiental da ETE Remédios. São Paulo. 2004.

CORDEIRO, J. S. **Processamento de lodo de ETAs.** Relatório técnico. São Carlos. UFSCar/DECiv. Projeto PROSAB. 2001.

CRONHOLM, L. S. **Potential health hazards from microbial aerosols in densely populated urban regions.** Appl. and Envir. Microbiol. v. 39, n. 1, p. 6-12, 1980.

CULLEY, W. C. **Integrating ISO 14000 into your Quality System.** Professional Safety. American Society of Safety Engineers. p. 20-24, aug, 1996.

DECRETO Lei 6938/81, **Política Nacional do Meio Ambiente.**

DECRETO Lei 7804/89, **Alteração da Lei 6938/81.**

DECRETO Lei 9433/97, **Política Nacional de Recursos Hídricos.**

DECRETO Estadual 59247/90, **Regulamentação Lei 6938/81.**

DECRETO Estadual 8468/76, **Prevenção e Controle de Poluição do Meio Ambiente.**

DECRETO Lei 898/75, **Proteção de Áreas de Mananciais.**

DECRETO Lei 10755/77, **Enquadramento dos Corpos de Água Receptores.**

DOREGO, N. C.; LEDUC, R. **Characterization of hydraulic flow patterns in facultative aerated lagoons.** Wat. Sci. Tech., v. 34, n. 11, p. 99-106, 1996.

DUTRA, J. S. **Gestão de Pessoas: modelo, processos, tendências e perspectivas.** São Paulo: Atlas. 2002.

EMBRAPA. **Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto.** Editado por Wagner Bettiol e Otávio A. Camargo. Jaguariúna, São Paulo. 2000. 312p.

FALCONI CAMPOS, V. **Controle de Qualidade Total (no estilo japonês).** 2.ed. Fundação Christiano Ottoni – Escola de engenharia da UFMG. Belo Horizonte, MG. 1992.

FARIA, H. M. **Sistema de Gestão Ambiental: por que investir?** In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 18., Niterói. Anais. Niterói, UFF. p.1-7. [1 CD-ROM] nov, 1998.

FERREIRA, R. A. R. **Uma avaliação da certificação ambiental pela Norma NBR ISO 14001 e a garantia da qualidade ambiental.** São Carlos. Dissertação de Mestrado – Escola de Engenharia Civil. UFSCar. 1999. 148p.

FRANCI, R. **Gerenciamento do Lodo de Lagoas de Estabilização não Mecanizadas.** Rio de Janeiro: ABES, 2000.

GILBERT, M. J. **ISO 14000/BS 7750. Sistema de Gerenciamento Ambiental.** São Paulo. IMAM. 1995.

HART, S. L. **Atuação empresarial além do verde: estratégias para sustentabilidade do mundo futuro.** Revista Baiana de Tecnologia – TECBAHIA. v.12, n.3, Set-Dez., p. 27-42. 1997.

HOJDA, R. G. **ISO 14000 – Sistema de Gestão Ambiental.** Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica da USP. 1997. 258p.

ISO On Line Disponível na intranet via <http://www.iso.ch>. Arquivo capturado em 01/03/2004.

JORDÃO, E. P.; PESSÔA, C. A. **Tratamento de esgotos domésticos**. ABES. Rio de Janeiro. 1995. 720p.

LAMPRECHT, J. **Reflexões sobre a ISO 14001**. CQ-Qualidade, p. 27-30. abr. 1996.

LA ROVERE, E. L. & D'AVIGOGNON, A. et al. **Manual de auditoria ambiental para estações de tratamento de esgotos domésticos**. Rio de Janeiro. Qualitymark. 2002.

LEMOS, A., **A produção mais limpa como geradora de inovação e competitividade: O caso da fazenda Cerro do Tigre**. Dissertação de Mestrado em Administração – Programa de Pós Graduação em Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 1998. 180p.

LISSENDEN, J. **A ISO 9000 facilita a certificação ISO 14001**. Revista Banas Qualidade, v. 8, n. 90. p. 70-74, nov, 1999.

MAGNANI, M. et al. **Gestão Ambiental: a relação entre certificação e a garantia da adequação ambiental**. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 19., Niterói. Anais. Niterói, UFRJ. p.1-15. [1 CD-ROM]. 1999.

MAIMON, D. **ISO 14001 – passo a passo da implantação nas pequenas e médias empresas**. Rio de Janeiro. Qualitymark. 1999.

MALHEIROS, T. M. M. **A gestão ambiental pública**. Gestão Ambiental: Compromisso da Empresa. n. 6. p. 6-7. Encarte do jornal Gazeta Mercantil de 24 de abril de 1996.

MARA, D. D.; PEARSON, H. **Artificial freshwater environmental: Waste stabilization ponds**. In Biotechnology, v. 8, p. 177-206, 1986.

MARQUES, J. J.; D'AVILA, J. S. **An algorithm optimization to project and simulate aerobic and facultative stabilization ponds**. In: 3<sup>rd</sup>. IAWQ INTERNATIONAL

SPECIALIST CONFERENCE AND WORKSHOP. Waste Stabilization ponds: Technology and Applications. (1995: João Pessoa, Pb) João Pessoa: IAWQ. 1995.

MARTINS, M. **Os novos tons da norma verde**. São Paulo. Revista Banas Ambiental. n.1. p. 21-34. 1999.

MEIO AMBIENTE INDUSTRIAL. **Edição Especial Homenagem à Marca Histórica das 1000 Certificações em Conformidade com a Norma ISO 14001**. Editora Tocalino Ltda. Edição 43, n. 42, maio/junho de 2003.

MENDONÇA, S. R. **Lagoas de estabilização e aeradas mecanicamente: novos conceitos**. João Pessoa, PB. 1990. 388p.

METCALF & EDDY **Wastewater engineering: treatment, disposal and reuse**. Mc Graw-Hill, Inc. 3. ed. 1991. 1334p.

MIDDLEBROOKS, E. J. **Design equations for BOD removal in facultative ponds**. Wat. Sci. Tech., v. 19, n. 12, p. 187-193. 1987.

MILLS, B. **Review of methods of odors control: Filtrations separation**. Elsevier Science. London UK. P. 147-152. 1995.

MORAES, P. B. L. **Avaliação e controle no âmbito do processo de planejamento físico-territorial de áreas de proteção ambiental**. São Paulo. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Administração, Economia e Contabilidade – FEA/USP. 1992. 163p.

MORENO, M. D. et al. **Modeling the performance of deep waste stabilization ponds**. Wat. Res. Bull., v. 24, n. 2, p. 377-386. 1988.

MOURA, L. A. A. **Qualidade e Gestão Ambiental: sugestões para implantação das normas ISO 14000 nas empresas**. São Paulo: Editora Juarez de Oliveira, 2ª ed. 2000. 256p

\_\_\_\_\_. **Economia Ambiental: gestão de custos e investimentos**. São Paulo: Editora Juarez de Oliveira. 2000. 200p.



OLIVEIRA, F. B. **Implantação e Prática da Gestão Ambiental: Discussão e Estudo de Caso.** Porto Alegre Dissertação de Mestrado em Engenharia (Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 1999. 109p.

PAULA Jr., D. R. **Impacto ambiental da agroindústria: tecnologias para o controle de resíduos. Análise ambiental: estratégias e ações.** Congresso de análise Ambiental. UNESP, Rio Claro. Ed. Ltda. p. 248-254. 1995.

PEARSON, H. et al. **The influence of pond geometry and configuration on facultative and maturation waste stabilization pond performance and efficiency.** Wat. Sci. Tech., v. 31, n. 12, p. 129-139. 1995.

POLPRASERT, C. et al. **Pig wastewater treatment in water hyacinth ponds.** Wat. Sci. Tech., v. 26, n. 9 - 11, p. 2381-2384. 1992.

REIS, M. J. **ISO 14000 gerenciamento ambiental: um novo desafio para sua competitividade.** Qualitymark. Rio de Janeiro. 1996.

\_\_\_\_\_. **Um fator de sobrevivência para as empresas.** CQ- Qualidade. p. 39-44. jul, 1996.

RESOLUÇÃO CONAMA, 005/88, **Licenciamento de Obras de Saneamento Básico**

RESOLUÇÃO CONAMA, 020/86, **Classificação das Águas**

RODRIGUES, J. R. **Critérios ambientais para classificação de atividades poluidoras com vistas ao ordenamento territorial.** São Paulo. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Saúde Pública – USP. 1990. 118p.

SÃO PAULO (Estado). **Série entendendo o meio ambiente.** - Coordenação Internacional. São Paulo. Secretaria de Estado do Meio Ambiente. v. 8. p. 7-8. 1997a.

SCHERER, R. **Sistema de Gestão Ambiental: Ecofênix um modelo de implantação e aprendizagem.** Qualificação, PPGEF-UFSC. Florianópolis, 1999.

SÍCOLI, J. C. M. (org). **Legislação Ambiental Textos Básicos**. Ministério Público do Estado de São Paulo. São Paulo: IMESP. 2000.

SILVA, H. V. O. **Auditoria de estudo de impacto ambiental**. Rio de Janeiro. Dissertação de Mestrado – COPPE. Universidade Federal do Rio de Janeiro. 1996. 190p.

SOUZA, M. P. **Metodologia de cobrança sobre o uso da água e sua aplicação como instrumento de gestão**. São Paulo. Tese de Doutorado. Faculdade de Saúde Pública – USP. 1993. 133p.

\_\_\_\_\_. **Notas de aula da disciplina: SEA-5851 - Análise e gestão ambientais**. Escola de Engenharia de São Carlos – USP. 1997.

\_\_\_\_\_. **Instrumentos de gestão ambiental**. Editora Riani Costa. São Carlos. 2000.

SOUZA, R. C. **Avaliação dos impactos sociais dos processos de implantação e gestão dos serviços de tratamento de esgotos sanitários**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de São Carlos. 1998.

SPIRES, R. S. **Achieving the Objective (defining the purpose of ISO 14000)**. Denver. <http://www.envirosig.org/Envirosig/articaliso14000.htm>. 1998.

TELTSCH, B.; KATZNELSON, E. **Airbone enteric bacteria and viruses from spray irrigation with wastewater**. Appl. Envir. Microbiol., v. 35, n. 2, p. 290-296. 1978.

TIBOR, T.; FELDMAN, I. **ISO 14000 – um guia para as novas normas de gestão ambiental**. Futura. São Paulo. 1996.

TSUTIYA, M. T. et al. **Biossólidos na Agricultura**. São Paulo: SABESP. 2001.

VALLE, C. E. **Qualidade ambiental – o desafio de ser competitivo protegendo o meio ambiente**. São Paulo. Ed Pioneira. 1995. 117p.

VALSECCHI, A. N. & NUCCI, N. L. R. **Reuso, controle da recepção de efluentes industriais e gestão integrada do sistema de esgotos da RMSP.** Associação dos engenheiros da Sabesp. Saneas: São Paulo. Revista vol 1. nº13. jan, 2002.

VASSALO, C. **Gestão esperta.** São Paulo. Revista Exame. p.136, jul. 1997.

VITERBO Jr., E. **Sistema Integrado de Gestão Ambiental: como implementar um sistema de gestão que atenda à norma ISO 14001, a partir de um sistema baseado na norma ISO 9000, dentro de um ambiente de GQT.** São Paulo: Aquariana. 1998.

VITORINO, S. **Uma contribuição ao desenvolvimento de estratégias para a implementação de sistemas de gestão ambiental com fundamento na NBR ISO 14001.** Florianópolis. Dissertação Mestrado – Universidade Federal de Santa Catarina. 1997. 116p.

VOGT, A. et al. **Importância do sistema de Gestão Ambiental na empresa – Estudo de Caso.** In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 18., Niterói. Anais. Niterói, UFF. p.1-8. [1 CD-ROM]. 1998.

VON SPERLING, M. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias. Vol 1. Introdução à qualidade das águas a ao tratamento de esgotos.** Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFMG. 1995a.

\_\_\_\_\_ **Comparison among the most frequently used systems for wastewater treatment in developing countries.** In International Symposium on Technology Transfer: Achieving High Performance at Low Cost in Environmental and Sanitation Control Systems. Salvador, BA, 18-19 setembro 1995b.

VON SPERLING, M. **Lagoas de estabilização.** Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFMG. 1996.

\_\_\_\_\_ **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias. Vol. 3. Lagoa de estabilização.** Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFMG. 1996a.

\_\_\_\_\_ **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias. Vol. 4. Lodos ativados.** Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFMG. 1997.

WATER ENVIRONMENT FEDERATION - WEF. **Operation of municipal wastewater treatment plant:** manual of practice.5. ed. v.3. Alexandria, 1996. 404p. (WEF. MOP 11)

WEVER, G. H. **Strategic Environmental Management - Using TQEM and ISO 14000 for Competitive Advantage.** New York : John Wiley & Sons. 1996. (339.5 W543S)

WOLCOTT, H., Transforming qualitative data: description, analysis and interpretation. California: Sage Publications, Inc. 1994. 380p.

## 10. BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

ANDRADE NETO, C. O. **Sistemas simples para tratamento de esgotos sanitários.** Experiência brasileira. ABES – Brazilian Association on Sanitary and Environmental Engineering, 1997. 300p.

ANDREADAKIS, A. D. **Anaerobic digestion of piggery wastes.** Wat. Sci. Tech., v. 25, n. 1, p. 9-16, 1992.

BRAILE, P. M.; CAVALCANTE, J. E. W. A. **Manual de tratamento de águas residuárias industriais.** Cetesb. São Paulo. 1979. 464p.

BLOUIN, M. et al. **Aerobic biodegradation of organic matter of swine waste.** Biological Wastes, v. 25, n. 2, p. 127-139, 1988.

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Sistemas de esgotos sanitários.** 2.ed. São Paulo. 1977. 467p.

\_\_\_\_\_. **Operação e manutenção de lagoas de estabilização.** São Paulo. 1990. 90p.

CANOSSA, J.; SALOMÃO, T. **A certificação de Sistemas de Gestão do ambiente ISO 14000.** Revista ANBT, n.2, ano.1, p.24-26. out-dez, 1996.

CORDEIRO, J. S. **ISO 14000: Conceituação e situação atual.** Qualidade Engenharia, n.530, p. 61-8, 1998.

EMBRAPA. **Aspectos práticos do manejo de dejetos suínos.** Editado pela Gerência de Editoração e Documentação - EPAGRI. 1995.

ENVIRONMENT PROTECTION AUTHORITY OF VICTORIA. **Guidelines for the disposal of wastewater on land irrigation.** Melbourne. 1983 [Publication, 168].

EVANS, M. R. et al. **Factors in the design of aerobic treatment for animal wastes.** In: PROC. INTERNAT. SYMP. ON LIVESTOCK WASTES. Michigan, p. 339-345, 1980.

FRANKENBERG, C. L.; RAVA-RODRIGUES, M. T.; CANTELLI, M. **Gerenciamento de resíduos e certificação ambiental.** EDIPUCRS. Porto Alegre. 2000.

FREITAS, M. A. V. **O Estado das águas no Brasil 1999: perspectivas de gestão e informação de recursos hídricos.** ANEEL/MME/MMA. Brasília. 1999.

GERMIRLI, F. et al. **Fate of residuals nitrification -denitrification treatment of piggery wastewaters.** Bioresource Technology, v. 45, n. 3, p. 205-211, 1993.

HARTMAN Jr., W. J. **An evaluation of land treatment of municipal wastewater and physical siting of facility installations.** Pennsylvania, US. Army. 1975.

NSF INTERNACIONAL **Environmental management systems: As implementation guide for small and médium-sized organizations.** An Arbor, Michigan. (<http://www.epa.gov>). 1996.

NUCCI, N. L. R. et al. **Tratamento de esgotos municipais por disposição no solo e sua aplicabilidade no Estado de São Paulo.** Fundação Prefeito Faria Lima. São Paulo. 1978.

OLIVEIRA, R. **The performance of deep waste stabilization ponds in northeast Brazil.** Inglaterra. Tese de doutorado. Universidade de Leeds. 1990.

ORHON, D. et al. **Biological treatability of dairy wastewaters.** Wat. Res., v. 27, n. 4, p. 625- 633. 1993.

PAGANINI, W. S. **Disposição de esgotos no solo: (escoamento à superfície).** Fundo Editorial da AESABESP. São Paulo. 1997.

POUND, C. E. & CRITES, R. W. **Treatment of municipal wastewater by land application.** Wate & Sewage Works, (Abr): p. 45-66. 1975.

REGAZZI FILHO, C. L. (org). **ISO 9000 como instrumento de competitividade: a experiência brasileira.** Confederação Nacional da Indústria. DAMPI. Rio de Janeiro. 1996.

ROBINSON, K. et al. **Microbiological aspects of aerobically treated swine waste.** In: PROC. INTERNAT. SYMP. ON LIVESTOCK WASTES. American Society of Agricultural Engineers, Michigan, p. 225-228. 1971.

ROTHWELL, W.; KAZANAS, H. C. **Strategic human resources and management.** New Jersey: Prentice Hall. 1988.

SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. **Síntese de Informações Operacionais do Sistema de Tratamento de Esgotos da Região Metropolitana de São Paulo.** São Paulo. 2001. 157p.

SAQQAR, M. M.; PESCOD, M. B. **Modelling coliform reduction in wastewater stabilization ponds.** Wat. Sci. Tech., v. 26, n. 7-8, p.1667-1677. 1992.

SOUSA, A. A. P. **Remoção de matéria orgânica, sólidos suspensos e indicadores bacteriológicos em lagoas de estabilização em escala real.** Campina Grande. Dissertação de mestrado. Universidade Federal da Paraíba. 1994.

TSUTIYA, M. T.; SOBRINHO, P. A. **Coleta e transporte de esgoto sanitário.** São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da USP. 1999. 548p.

VAN HAANDEL, A. C.; LETTINGA, G. **Tratamento anaeróbio de esgotos.** Um manual para países de clima quente. p. VII-4-17. 1994.

WIDMER, W. M. **O sistema de gestão ambiental (NBR ISO 14001) e sua integração com o sistema da qualidade (NBR ISO 9002).** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 1997. 93p.

YANEZ, F. **Lagunas de estabilización, teoría, diseño y mantenimiento.** ETAPA. Cuenca: Equador. 1993. 421p.

## ANEXOS

Os quadros a seguir apresentam as principais vantagens e desvantagens dos diversos sistemas de tratamento de esgotos.

Esta análise é orientada principalmente para a comparação de processos de um mesmo sistema, embora permita ainda, dentro de certas limitações, comparações entre sistemas distintos (VON SPERLING,1996).

### Anexo 1 - Quadros comparativos entre os sistemas de tratamento de esgotos

<b>Sistemas de Lagoas de Estabilização</b>		
<b>Sistema</b>	<b>Vantagens</b>	<b>Desvantagens</b>
Lagoa facultativa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Satisfatória eficiência na remoção de DBO</li> <li>• Eficiente na remoção de patogênicos</li> <li>• Construção, operação e manutenção simples</li> <li>• Reduzidos custos de implantação e operação</li> <li>• Ausência de equipamentos mecânicos</li> <li>• Requisitos energéticos praticamente nulos</li> <li>• Satisfatória resistência a variações de carga</li> <li>• Remoção de lodo necessária apenas após períodos superiores a 10 anos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elevados requisitos de área</li> <li>• Dificuldade em satisfazer padrões de lançamento bem restritivos</li> <li>• A simplicidade operacional pode trazer o descaso na manutenção (crescimento de vegetação)</li> <li>• Possível necessidade de remoção de algas do efluente para o cumprimento de padrões rigorosos</li> <li>• Performance variável com as condições atmosféricas (temperatura e insolação)</li> <li>• Possibilidade de crescimento de insetos</li> </ul>
Sistema de lagoa Anaeróbia – lagoa Facultativa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Idem lagoas facultativas</li> <li>• Requisitos de áreas inferiores aos das lagoas facultativas únicas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Idem lagoas facultativas</li> <li>• Possibilidade de maus odores na lagoa anaeróbia</li> <li>• Eventual necessidade de elevatórias de recirculação do efluente, para controle de maus odores.</li> <li>• Necessidade de um afastamento razoável às residências circunvizinhas</li> </ul>
Lagoa aerada facultativa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construção, operação e manutenção relativamente simples</li> <li>• Requisitos de áreas inferiores aos sistemas de lagoas facultativas e anaeróbios – facultativas</li> <li>• Maior influência das condições atmosféricas que os sistemas de lagoas facultativas e anaeróbio – facultativas</li> <li>• Eficiência na remoção de DBO ligeiramente superior à das lagoas facultativas</li> <li>• Satisfatória resistência a variações de carga</li> <li>• Reduzidas possibilidades de maus odores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Introdução de equipamentos</li> <li>• Ligeiro aumento no nível de sofisticação</li> <li>• Requisitos de área ainda elevados</li> <li>• Requisitos de energia relativamente elevados</li> </ul>



<b>Sistemas de Lagoas de Estabilização</b>		
<b>Sistema</b>	<b>Vantagens</b>	<b>Desvantagens</b>
Sistema de lagoa aerada de mistura completa – lagoa facultativa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Idem lagoas aeradas facultativas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Idem lagoas aeradas facultativas</li> <li>• Requisitos de área superiores aos das lagoas aeradas facultativas</li> <li>• Possibilidade do crescimento de insetos</li> </ul>
Sistema de lagoa aerada de mistura completa – lagoa de decantação	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Idem lagoas aeradas facultativas</li> <li>• Menores requisitos de área de todos os sistemas de lagoas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Idem lagoas aeradas facultativas (exceção: requisitos de área)</li> <li>• Preenchimento rápido da lagoa de decantação com o lodo ( 2 a 5 anos )</li> <li>• Necessidade de remoção contínua ou periódica (2 ou 5 anos) de lodo</li> </ul>

<b>Sistemas de Lodos Ativados</b>		
<b>Sistema</b>	<b>Vantagens</b>	<b>Desvantagens</b>
Lodos ativados Convencional	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elevada eficiência na remoção de DBO</li> <li>• Nitrificação usualmente obtida</li> <li>• Possibilidade de remoção biológica de N e P</li> <li>• Baixos requisitos de área</li> <li>• Processo confiável, desde que supervisionado</li> <li>• Reduzidas possibilidades de maus odores, insetos e vermes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elevados custos de implantação e operação</li> <li>• Elevado consumo de energia</li> <li>• Necessidade de operação sofisticada</li> <li>• Elevado índice de mecanização</li> <li>• Relativamente sensível a descargas tóxicas</li> <li>• Necessidade do tratamento completo de lodo e da sua disposição final</li> <li>• Possíveis problemas ambientais com ruídos e aerossóis</li> </ul>
Aeração prolongada	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Idem lodos ativados convencional</li> <li>• Sistema com maior eficiência na remoção da DBO</li> <li>• Nitrificação consistente</li> <li>• Mais simples conceitualmente que lodos ativados convencional (operação mais simples)</li> <li>• Menor geração de lodo que lodos ativados convencional</li> <li>• Estabilização de lodo no próprio reator</li> <li>• Elevada resistência a variações de carga e a cargas tóxicas</li> <li>• Satisfatória independência das condições atmosféricas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elevados custos de implantação e operação</li> <li>• Sistema com maior consumo de energia</li> <li>• Elevado índice de mecanização (embora inferior a lodos ativados convencional )</li> <li>• Necessidade de remoção da umidade de lodo e da sua disposição final (embora mais simples que lodos ativados convencional)</li> </ul>

<b>Sistemas de Lodos Ativados</b>		
<b>Sistema</b>	<b>Vantagens</b>	<b>Desvantagens</b>
Sistema de fluxo Intermitente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elevada eficiência na remoção da DBO</li> <li>• Satisfatória eficiência na remoção de N e P</li> <li>• Baixos requisitos de área</li> <li>• Mais simples conceitualmente que os demais sistemas de lodos ativados</li> <li>• Menos equipamentos que os demais sistemas de lodo ativados</li> <li>• Flexibilidade operacional (através da variação de ciclos)</li> <li>• Decantador secundário e elevatória de recirculação não são necessários</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elevados custos da implantação e operação</li> <li>• Maior potência instalada que os demais sistemas de lodos ativados</li> <li>• Necessidade do tratamento e da disposição do lodo (variável com a modalidade convencional ou prolongada)</li> <li>• Usualmente mais competitivo economicamente para populações menores</li> </ul>

<b>Sistemas de Filtros Biológicos</b>		
<b>Sistema</b>	<b>Vantagens</b>	<b>Desvantagens</b>
Filtro biológico de baixa Carga	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elevada eficiência na remoção de DBO</li> <li>• Nitrificação frequente</li> <li>• Requisitos de área relativamente baixos</li> <li>• Mais simples conceitualmente do que lodos ativados</li> <li>• Índice de mecanização relativamente baixo</li> <li>• Equipamentos mecânicos simples</li> <li>• Estabilização do lodo no próprio filtro</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menor flexibilidade operacional do que lodos ativados</li> <li>• Elevados custos de implantação</li> <li>• Requisitos de área mais elevados do que os filtros biológicos de alta carga</li> <li>• Relativa dependência da temperatura do ar</li> <li>• Relativamente sensível a descargas tóxicas</li> <li>• Necessidade de remoção da umidade do lodo e da sua disposição final (embora mais simples que filtros biológicos de alta carga)</li> <li>• Possíveis problemas com moscas</li> <li>• Elevada perda de carga</li> </ul>
Filtro biológico de alta carga	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Boa eficiência na remoção da DBO (embora ligeiramente inferior aos filtros de baixa carga)</li> <li>• Baixos requisitos de áreas</li> <li>• Mais simples conceitualmente do que lodos ativados</li> <li>• Maior flexibilidade operacional que filtros de baixa carga</li> <li>• Melhor resistência a variações de carga que filtro de baixa carga</li> <li>• Reduzidas possibilidades de maus odores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Operação ligeiramente mais sofisticada do que os filtros de baixa carga</li> <li>• Elevados custos de implantação</li> <li>• Relativa dependência da temperatura do ar</li> <li>• Necessidade do tratamento do lodo e da sua disposição final</li> <li>• Elevada perda de carga</li> </ul>

<b>Sistemas de Filtros Biológicos</b>		
<b>Sistema</b>	<b>Vantagens</b>	<b>Desvantagens</b>
Biodisco	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elevada eficiência na remoção de DBO</li> <li>• Nitrificação freqüente</li> <li>• Requisitos de área baixos</li> <li>• Mais simples conceitualmente do que lodos ativados</li> <li>• Equipamentos mecânicos simples</li> <li>• Reduzidas possibilidades de maus odores</li> <li>• Reduzida perda de carga</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elevados custos de implantação</li> <li>• Adequado principalmente para pequenas populações (para não necessitar de número excessivo de discos)</li> <li>• Cobertura dos discos usualmente necessária (proteção contra chuvas, ventos e vandalismo)</li> <li>• Relativa dependência da temperatura do ar</li> <li>• Necessidade do tratamento completo do lodo (eventualmente sem digestão, caso os discos sejam instalados sobre tanques Imhoff) e da sua disposição final</li> </ul>

<b>Sistemas Anaeróbios</b>		
<b>Sistema</b>	<b>Vantagens</b>	<b>Desvantagens</b>
Reator anaeró- bio de manta de lodo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Satisfatória eficiência na remoção de DBO</li> <li>• Baixos requisitos de área</li> <li>• Baixos custos de implantação e operação</li> <li>• Reduzido consumo de energia</li> <li>• Não necessita de meio suporte</li> <li>• Construção, operação e manutenção simples</li> <li>• Baixíssima produção de lodo</li> <li>• Estabilização do lodo no próprio reator</li> <li>• Necessidade apenas da disposição final do lodo</li> <li>• Rápido reinício após os períodos de paralisação</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dificuldade em satisfazer padrões de lançamento bem restritivos</li> <li>• Efluente com aspecto desagradável</li> <li>• Remoção de N e P insatisfatória</li> <li>• Possibilidade de maus odores</li> <li>• A granulação da biomassa pode ser difícil</li> <li>• A partida do processo é geralmente lenta</li> <li>• Relativamente sensível a variações de carga</li> <li>• Restrito ao tratamento de afluentes com baixas concentrações de sólidos</li> </ul>
Filtro anaeróbio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Idem reator anaeróbio de fluxo ascendente (exceção – necessidade de meio suporte)</li> <li>• Boa adaptação a diferentes tipos e concentrações de esgoto</li> <li>• Boa resistência a variações de carga</li> <li>• Rápido reinício após períodos de paralisação</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dificuldade em satisfazer padrões de lançamento bem restritivos</li> <li>• Efluente com aspecto desagradável</li> <li>• Remoção de N e P insatisfatória</li> <li>• Possibilidade de maus odores</li> <li>• Riscos de entupimento</li> <li>• Elevada concentração de sólidos em suspensão no efluente</li> <li>• Restrito ao tratamento de afluentes com baixas concentrações de sólidos</li> </ul>

<b>Sistemas de Disposição no Solo</b>		
<b>Sistema</b>	<b>Vantagens</b>	<b>Desvantagens</b>
Infiltração lenta	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elevadíssima eficiência na remoção de DBO e dos coliformes</li> <li>• Satisfatória eficiência na remoção de N e P</li> <li>• Método de tratamento e disposição final combinados</li> <li>• Requisitos energéticos praticamente nulos</li> <li>• Construção, operação e manutenção simples</li> <li>• Reduzidos custos de implantação e operação</li> <li>• Boa resistência a variações de carga</li> <li>• Não há geração de lodo</li> <li>• Proporciona fertilização e condicionamento do solo</li> <li>• Retorno financeiro na irrigação de áreas agricultáveis</li> <li>• Recarga do lençol subterrâneo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elevadíssimos Requisitos de área</li> <li>• Possibilidade de maus odores</li> <li>• Possibilidade de insetos e vermes</li> <li>• Relativamente dependente do clima e dos requisitos de nutrientes dos vegetais</li> <li>• Dependente das características do solo</li> <li>• Risco de contaminação de vegetais a serem consumidos, caso seja aplicado indiscriminadamente</li> <li>• Possibilidade de contaminação de trabalhadores na agricultura (na aplicação por aspersão)</li> <li>• Possibilidade de efeitos químicos no solo, vegetais e água subterrânea (no caso de haver despejos industriais)</li> <li>• Difícil fiscalização e controle com relação aos vegetais irrigados</li> <li>• A aplicação deve ser suspensa ou reduzida nos períodos chuvosos</li> </ul>
Infiltração rápida	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Idem infiltração lenta (embora eficiência na remoção de poluentes seja menor)</li> <li>• Requisitos de área bem inferiores ao de infiltração lenta</li> <li>• Reduzida dependência da declividade do solo</li> <li>• Aplicação durante todo o ano</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Idem infiltração lenta (mas com menores requisitos de área e possibilidade de aplicação durante todo o ano)</li> <li>• Potencial de contaminação do lençol subterrâneo com nitratos</li> </ul>

<b>Sistemas de Disposição no solo</b>		
<b>Sistema</b>	<b>Vantagens</b>	<b>Desvantagens</b>
Infiltração subsuperficial	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Idem a infiltração rápida</li> <li>• Possível economia na implantação de interceptores</li> <li>• Ausência de maus odores</li> <li>• O terreno pode ser utilizado como área verde ou parque</li> <li>• Independência das condições climáticas</li> <li>• Ausência de problemas relacionados à contaminação de vegetais e trabalhadores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Idem infiltração rápida</li> <li>• Necessidade de unidades para reserva para permitir a alternância entre as mesmas (operação e descanso)</li> <li>• Os sistemas maiores necessitam de terrenos bem permeáveis para reduzir requisitos de área</li> </ul>
Escoa - mento superficial	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Idem infiltração rápida (mas com geração de efluente final e com maior dependência da declividade do terreno)</li> <li>• Dentre os métodos de disposição no solo, é o com menor dependência das características do solo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Idem infiltração rápida</li> <li>• Maior dependência da declividade do solo</li> <li>• Geração de efluente final</li> </ul>