DR
91

REGINALDO VELLO ^{RS} LOUREIRO

Ø

HIGIENE E SEGURANÇA EM ESTACÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTOS

TESE APRESENTADA À FACULDADE DE
SAÚDE PÚBLICA DA USP, DEPARTAMEN
TO DE SAÚDE AMBIENTAL, PARA OB-
TENÇÃO DO TÍTULO DE "DOUTOR EM
SAÚDE PÚBLICA".

ORIENTADOR: PROF. DIOGO PUPO NOGUEIRA

SÃO PAULO

1982

BIBLIOTECA

FACULDADE DE SAÚDE PÚBLICA

A G R A D E C I M E N T O S

- Ao Professor Livre-Docente DIOGO PUPO NOGUEIRA, nosso dedicado e eminente Orientador, por sua sãbia orientação, sem a qual, para a feitura desta obra, teríamos encontrado maiores obstáculos..
- À Universidade Federal do Espírito Santo, nas pessoas dos Magníficos Reitores Dr. MANOEL CECILIANO SALLES DE ALMEIDA e Dr. RÔMULO AUGUSTO PENINA, pelo ensejo que nos fora dado, para a realização deste trabalho.
- À Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, na pessoa do seu DD. Diretor, Dr. OSWALDO PAULO FORATTINI, e aos demais eméritos Professores, pela formação profissional que nos proporcionaram no Campo da Saúde Pública.
- Ao Dr. WALTER CORONADO ANTUNES, DD. Diretor Presidente da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo - SABESP - ao Dr. JOSÉ CARLOS VIEIRA, DD. Diretor Presidente da Companhia Estadual de Água e Esgotos do Rio de Janeiro CEDAE - e ao Dr. ARNALDO CORRÊA RABELO, DD. Superintendente da Companhia de Água e Esgotos de Brasília - CAESB - pela oportunidade que nos concederam para a realização deste trabalho.
- Aos Engenheiros de Segurança, Médicos do Trabalho e Supervisores de Segurança do Trabalho dessas conceituadas Companhias, e a todo o Quadro de Funcionários das Estações de Tratamento de Esgotos, que foram incluídas em nossa pesquisa, pela cooperação no fornecimento dos dados necessários à mesma.
- Aos Doutores JORGE DA ROCHA GOMES, MARIA HELENA PRADO DE MELLO JORGE, PEDRO MONTEIRO GONDIM e EUNICE PINHO DE CASTRO SILVA, pela sua prestimosa colaboração na leitura do texto desta obra, e pelas úteis sugestões deles recebidas.
- À Sra. ANA ANGEL e demais Membros e Funcionários da Comissão de Pós-Graduação da Faculdade de Saúde Pública da USP; às Srta. IVONE TÁLAMO e Sra. ROSA MARQUEZ SIMÕES, Bibliotecárias da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental - CETESB - às Sra. MARIA CECÍLIA GONZAGA FERREIRA e Srta. DAISY PIRES NORONHA, Bibliotecárias da Faculdade de Saúde Pública da USP e aos demais funcionários deste Setor; e a Srta. ELISA CONCEIÇÃO DA ROCHA, Secretária do Setor de Saúde Ocupacional da Faculdade de Saúde Pública da USP, pela contribuição direta e indireta que prestaram para a elaboração deste trabalho.

Í N D I C E

	Pág.
1 - INTRODUÇÃO	1
1.1 UNIDADES DAS ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTOS	5
1.1.1 Grades Grosseiras	6
1.1.2 Grades Mecanizadas	9
1.1.3 Caixas de Areia	10
1.1.4 Decantadores Primários	12
1.1.5 Digestores de Lodo	14
1.1.5.1 Digestão anaeróbia	15
1.1.5.2 Digestão aeróbia	17
1.1.6 Leitos de Secagem de Lodo	18
1.1.7 Gasômetros	20
1.1.8 Queimadores de Gás	21
1.1.9 Unidades de Tratamento Biológico	21
1.1.9.1 Filtros biológicos	22
1.1.9.2 Lodos ativados	23
1.1.10 Decantadores Secundários	25
1.1.11 Unidades de Recalque	25
1.2 JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS DO TRABALHO	26
2 - MATERIAL E MÉTODO DE ESTUDO	29
3 - RESULTADOS E COMENTÁRIOS	36
3.1 CONDIÇÕES SANITÁRIAS DO AMBIENTE DE TRABALHO	36
3.1.1 Água Potável	37
3.1.2 Instalações Sanitárias	38

3.1.3	Higiene Corporal	39
3.1.3.1	Sabão	39
3.1.3.2	Desinfetante	39
3.1.3.3	Água quente	40
3.1.3.4	Toalhas	40
3.1.4	Armários Individuais	41
3.2	HÁBITOS HIGIÊNICOS DOS OPERADORES DAS ETES	42
3.2.1	Lavagem das Mãos	43
3.2.2	Banho, após o Trabalho	43
3.2.3	Troca de Roupa	44
3.3	MEDIDAS PREVENTIVAS, DE CARÁTER INDIVIDUAL, PARA EVITAR A OCORRÊNCIA DE ACIDENTES NAS ETES	45
3.3.1	Cinturão de Segurança	46
3.3.2	Máscaras Contra Gases	46
3.3.3	Coletes Salva-Vidas	48
3.3.4	Botas	49
3.3.5	Luvras	49
3.3.6	Ferramentas Anti-Faísca	50
3.3.7	Avaliação dos Gases no Ambiente de Trabalho	51
3.3.8	Ventilação de Locais Confinados	56
3.3.9	Lâmpadas e Lanternas à Prova de Explosão	57
3.3.10	Trabalho em Grupo	58
3.3.11	Inspeções nas Canalizações de Gás	58
3.4	MEDIDAS PREVENTIVAS, DE CARÁTER COLETIVO, PARA EVITAR A OCORRÊNCIA DE ACIDENTES NAS ETES	60
3.4.1	Proteção das Aberturas no Piso	60
3.4.1.1	Guarda-corpos/grades simples	61
3.4.1.2	Guarda-corpos/grades mecanizadas	61
3.4.1.3	Guarda-corpos/caixas de areia	62
3.4.1.4	Guarda-corpos/elevatórias de esgotos	63

	Pág.
3.4.1.5 Guarda-corpos/decantadores primários	63
3.4.1.6 Guarda-corpos/decantadores secundários	65
3.4.1.7 Guarda-corpos/tanques de aeração de lodo	65
3.4.1.8 Guarda-corpos/canais abertos no pátio da ETE	65
3.4.1.9 Grelhas/grades simples	66
3.4.1.10 Grelhas/grades mecanizadas	67
3.4.1.11 Tampas nos poços de visita /pátio da ETE	67
3.4.2 Proteção dos Pisos Elevados	68
3.4.2.1 Guarda-corpos/digestores	69
3.4.2.2 Guarda-corpos/gasômetros	69
3.4.3 Proteção das Escadas de Acesso	70
3.4.3.1 Guarda-corpos/grades simples	70
3.4.3.2 Guarda-corpos/caixas de areia	71
3.4.3.3 Guarda-corpos/estações elevatórias de esgotos	71
3.4.3.4 Guarda-corpos/digestores	72
3.4.3.5 Guarda-corpos/gasômetros	73
3.4.4 Proteção das Passarelas de Acesso	74
3.4.4.1 Guarda-corpos/caixas de areia	74
3.4.4.2 Guarda-corpos/decantadores primários	75
3.4.4.3 Guarda-corpos/decantadores secundários	76
3.4.4.4 Guarda-corpos/digestores	76
3.4.4.5 Guarda-corpos/tanques de aeração de lodo	77
3.4.5 Proteção Contra Quedas no Interior de Tanques	78
3.4.5.1 Bóias salva-vidas/decantadores primários	79
3.4.5.2 Bóias salva-vidas/decantadores secundários	79
3.4.5.3 Bóias salva-vidas/tanques de aeração de lodo	80
3.4.6 Proteção Contra Incêndios e/ou Explosões	81
3.4.6.1 Instalações elétricas à prova de explosão/estações elevatórias de esgotos	82

3.4.6.2	Extintores de incêndio/estações elevatórias de esgotos	84
3.4.6.3	Extintores de incêndio/digestores	85
3.4.6.4	Extintores de incêndio/queimadores de gás	86
3.4.6.5	Extintores de incêndio/gasômetros	87
3.4.6.6	Hidrantes/páteo da ETE	88
3.4.6.7	Avisos de "proibido fumar"/ digestores	88
3.4.6.8	Avisos de "proibido fumar"/gasômetros	89
3.4.6.9	Válvulas corta-chamas e válvulas de alívio de pressão/digestores/queimadores de gás	90
3.4.6.10	Afastamento dos queimadores de gás	92
3.4.7	Proteção de Partes Móveis	93
3.4.7.1	Grades mecanizadas	93
3.4.7.2	Caixas de areia	94
3.4.7.3	Estações elevatórias de esgotos	94
3.4.7.4	Tanques de aeração de lodo	95
3.5	ATIVIDADES DO SERVIÇO ESPECIALIZADO EM SEGURANÇA E EM MEDICINA DO TRABALHO	96
3.5.1	Prestação de Socorro aos Acidentados	97
3.5.1.1	Postos de socorro de urgência	97
3.5.1.2	Caixas de primeiros socorros	98
3.5.1.3	Treinamento em primeiros socorros	98
3.5.2	Vacinação dos Operadores	99
3.5.2.1	Vacinação contra tétano	99
3.5.2.2	Vacinação contra febre tifóide	100
3.5.3	Exames Médicos dos Operadores	100
3.5.4	Programas Específicos de Segurança do Trabalho	101
3.6	SEGURANÇA PATRIMONIAL	103
3.7	AVALIAÇÃO DO AMBIENTE DE TRABALHO, NAS ETEs	104

3.7.1	Níveis de Iluminamento	105
3.7.2	Níveis de Ruído	109
3.7.3	Níveis de Explosividade	114
3.7.4	Níveis de Concentração do gás Sulfídrico	118

4 -	CONSIDERAÇÕES FINAIS	125
-----	----------------------	-----

5 -	CONCLUSÕES	132
-----	------------	-----

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	135
----------------------------	-----

ANEXO 1 -	INQUÉRITO DE HIGIENE E SEGURANÇA PARA ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTOS	A-1
-----------	---	-----

ANEXO 2 -	FORMULÁRIO PARA REGISTRO DE ACIDENTES OCORRIDOS NAS ETEs	A-7
-----------	--	-----

ANEXO 3 -	FORMULÁRIO PARA REGISTRO DAS DETERMINAÇÕES FEITAS NO AMBIENTE DE TRABALHO, RELATIVAS AOS NÍVEIS DE ILUMINAMENTO, DE RUÍDO, DE EXPLOSIVIDADE, E DE CONCENTRAÇÃO DO GÁS SULFÍDRICO	A-9
-----------	--	-----

ANEXO 4 -	EXEMPLOS DE ACIDENTES OCORRIDOS EM ETEs DOS ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA	A-11
-----------	---	------

ANEXO 5 -	EXEMPLOS DE ACIDENTES OCORRIDOS NO INTERIOR DE ALGUMAS ETEs PERTENCENTES ÀS 3 COMPANHIAS DE SANEAMENTO INCLUÍDAS NA PESQUISA	A-24
-----------	--	------

Í N D I C E D A S T A B E L A S

Nº		Pág.
1	Número de ETEs em operação no Brasil e sua Programação	2
2	Distribuição das ETEs levantadas segundo a localização, o grau de tratamento, processo de tratamento, vazão média tratada, número total de empregados, número de operadores e sistema de turnos dos operadores, 1978	31
3	Distribuição das ETEs pesquisadas, segundo o número de operadores e o número de operadores entrevistados por ETE, 1978	33
4	Condições sanitárias do ambiente de trabalho, em 11 ETEs pesquisadas, 1978	36
5	Hábitos higiênicos dos operadores de 11 ETEs pesquisadas, 1978	42
6	Medidas preventivas, de caráter individual, para evitar a ocorrência de acidentes, em 11 ETEs pesquisadas, 1978	45
7	Propriedades, densidade e efeitos fisiológicos de alguns gases comumente encontrados nas ETEs	53
8	Equipamentos que podem ser usados para detecção de alguns gases comumente encontrados nas ETEs	55
9	Medidas preventivas para proteção das aberturas existentes no piso, em 11 ETEs pesquisadas, 1978	60
10	Medidas preventivas para proteção dos pisos elevados, em 11 ETEs pesquisadas, 1978	69

Nº		Pág.
11	Medidas preventivas para proteção das escadas de acesso, em 11 ETEs pesquisadas, 1978	70
12	Medidas preventivas para proteção das passarelas de acesso, em 11 ETEs pesquisadas, 1978	74
13	Medidas preventivas para socorro dos operadores, no caso de quedas no interior de tanques, em 11 ETEs pesquisadas, 1978	78
14	Medidas preventivas para evitar a ocorrência de incêndios e/ou explosões, em 11 ETEs pesquisadas, 1978	81
15	Medidas preventivas para evitar a ocorrência de acidentes com partes móveis de máquinas e equipamentos, em 11 ETEs pesquisadas, 1978	93
16	Atividades do Serviço Especializado em Segurança e em Medicina do Trabalho - SESMT -, em 11 ETEs pesquisadas, 1978	96
17	Atividades do Serviço de Segurança Patrimonial da Companhia de Saneamento, em 11 ETEs pesquisadas, 1978	103
18	Níveis de iluminação em algumas unidades pertencentes a 2 Estações de Tratamento de Esgotos incluídas na pesquisa, no horário noturno, 1980	107
19	Níveis de ruído em algumas unidades pertencentes às 11 Estações de Tratamento de Esgotos incluídas na pesquisa, 1980	110
20	Níveis de explosividade, em % do LIE, em algumas unidades pertencentes a 5 Estações de Tratamento de Esgotos incluídas na pesquisa, 1980	115

Nº		Pág.
21	Limite inferior (LIE) e superior (LSE) de <u>ex</u> plosividade de alguns gases inflamáveis comu mente encontrados no interior das ETEs	116
22	Níveis de concentração do gás sulfídrico em algumas unidades pertencentes a 5 Estações de Tratamento de Esgotos incluídas na <u>pesqui</u> sa, 1980	120
23	Respostas fisiológicas para várias concentra ções do gás sulfídrico	121
24	Respostas subjetivas do olfato para algumas concentrações do gás sulfídrico	122
25	Quadro-Resumo dos riscos encontrados em algu mas unidades das 11 ETEs levantadas	129

R E S U M O

A poluição dos recursos hídricos vem agravando-se a cada ano, em quase todos os países, inclusive no Brasil.

Providências vêm sendo tomadas, principalmente nas grandes cidades, no sentido de combatê-la. Dentre os meios utilizados para a proteção da qualidade da água, destacam-se as Estações de Tratamento de Esgotos - ETEs -.

Nestas ETEs trabalham diversos profissionais, dentre os quais os operadores. Estes, exercem variadas atividades, geralmente em todas as suas unidades.

Com o aumento progressivo do número de Estações de Tratamento de Esgotos, a quantidade de operadores, anteriormente pouco significativa, tende a se tornar cada vez maior no Brasil, e deverá atingir um número considerável, em futuro bem próximo.

Estes trabalhadores, como os de qualquer outra atividade industrial, estão expostos a riscos os mais variados, os quais são agravados ainda mais, devido à presença dos esgotos no local de trabalho.

Procurou-se, neste trabalho, levantar os riscos existentes nas unidades das ETEs pesquisadas, e fazer recomendações, no sentido de minimizá-los.

Aplicou-se, para tal fim, um questionário em 11 Estações de Tratamento de Esgotos, levantando-se dados relacionados com as condições sanitárias do ambiente de trabalho; hábitos higiênicos dos operadores; medidas preventivas, de caráter individual e coletivo, para evitar a ocorrência de acidentes nas ETEs; atividades do Serviço Especializado em Segurança e em Medicina do Trabalho; e Segurança Patrimonial nas ETEs.

Foi feita, ainda, uma avaliação dos níveis de iluminação, à noite; ruído; explosividade; e concentração do gás sulfídrico, em algumas unidades das ETEs incluídas na pesquisa.

S U M M A R Y

The pollution of water resources has become worse every year in almost every country of the world, including Brasil. Among the measures taken to correct it, installation of Sewage Treatment Plants, specially in big cities, stands out.

Many professionals work at these Sewage Treatment Plants, among these are operators performing a variety of activities.

With the increasing number of Sewage Treatment Plants installed, the number of operators, of little significance at the beginning, tends to become greater and greater in Brazil and it is anticipated that in the near future it will become considerable. These workers, like those in any other industrial activity, are exposed to a great variety of risks, that in this case are increased even more by the existence of sewage at their place of work.

This paper intends to survey the existing risks in the Sewage Treatment Plants units studied as well as to make recommendations that may minimize them. In this sense a questionnaire was applied at eleven Sewage Treatment Plants, collecting data regarding sanitary conditions of the work environment, higienic habits of the workers, preventive measures - individual and collective - to avoid the occurrence of accidents, activities of the Specialized Safety Service and Labour Medicine and Patrimonial Safety. At the same time an evaluation was carried out to assess the levels of night illumination, noise, explosiveness and the concentration of hydrogen sulfide in some of the Sewage Treatment Plants units covered in this study.

1 - INTRODUÇÃO

No Brasil, a exemplo de todos os demais países que lutam para, através de um rápido processo de desenvolvimento, alcançar a posição já conseguida pelas Nações mais desenvolvidas, há uma tendência para que seja agravado, cada vez mais, o problema da poluição de suas águas.

O desenvolvimento industrial, que vem sendo verificado em diversas cidades brasileiras, provoca o aparecimento dos grandes aglomerados urbanos, com o deslocamento das populações das áreas rurais, ou pouco densas, para junto das concentrações industriais.

Devido a este fato, grandes volumes de água são aduzidos para o abastecimento dessas populações e, consequentemente, maiores volumes de esgotos sanitários são gerados e necessitam de destino adequado.⁴¹

Como ainda é reduzido o número de Estações de Tratamento de Esgotos que operam em todo o Brasil, e irrisória a sua capacidade de tratamento, quando comparada ao volume de esgoto produzido, novas ETES vêm sendo construídas e muitas das existentes estão sendo ampliadas.

A TABELA 1 mostra, sucintamente, a situação de todos os Estados brasileiros, no que se refere ao número de ETES em operação e a sua Programação para os anos vindouros.^{8, 9}

TABELA 1 - NÚMERO DE ETEs EM OPERAÇÃO NO BRASIL E SUA PROGRAMAÇÃO

COMPANHIA DE SANEAMENTO/ ESTADO	Nº DE ETEs EM OPERAÇÃO		PROGRAMAÇÃO PARA AS ETEs.
	ATÉ AGO/78	ATÉ AGO/79	
COSAMA - AMAZONAS	-	-	1 ETE nova não-compac- ta (período 1980)
COSANPA-PARÁ	-	-	- (set/79 a dez/80)
SANACRE-ACRE	-	-	Não há programação
CAEMA-MARANHÃO	-	-	- (set/79 a dez/80)
AGESPISA-PIAUÍ	1	1	1 ETE compacta (perí- do 1980)
CAGECE-CEARÁ	-	-	- (set/79 a dez/82)
CAERN-R.G. do NORTE	-	-	- (1979/83)
CAGEPA-PARAIBA	8	10	14 ETEs-novas-não com- pactas (set/79 a dez/80)
COMPESA-PERNAMBUCO	3	3	1 ETE compacta 6 ETEs-novas-não com- pactas (1979/80)
CASAL-ALAGOAS	1	1	- (set/79 a dez/80)
DESO-SERGIPE	-	-	1 ETE compacta 1 ETE-nova-não compac- ta (1979/81)
EMBASA-BAHIA	-	3	- (período 1980)
SANEAGO-GOIÁS	-	-	2 ETEs-novas-não com- pactas (1979/80)
SANEMAT-MATO GROSSO	-	1	Não há programação
SANESUL-MATO G. SUL	-	-	3 ETEs compactas(1980)
CAESB-BRASILIA	3	3	1 ETE-nova-não compac- ta(jun/78 a dez/80) 3 ampliações de ETEs (ago/79 a dez/80)
COPASA-MG-MINAS GERAIS	-	1	5 ETEs-novas-não com- pactas (1979/80)
CESAN-ESPÍRITO SANTO	-	3	- (1979/81)
CEDAE-RIO DE JANEIRO	16	19	1 ampliação de ETE (1978/83)
SABESP-SÃO PAULO	-	-	Não há programação
SANEPAR-PARANÁ	1	1	2 ETEs compactas 24 ETEs-novas-não com- pactas (1979/82)
CASAN-STA. CATARINA	-	-	2 ETEs compactas (1978/80)
CORSAN-R.G. DO SUL	8	8	3 ETEs-novas-não com- pactas (1979/83)

Analisando-se a TABELA 1, pode-se constatar que foi programada para o período de 1979 a 1983 a construção de 56 ETEs-novas-não compactas e de 8 ETEs compactas*, perfazendo um total de 64 ETEs a serem construídas até 1983. Está também prevista, para o mesmo período, a ampliação de 3 Estações de Tratamento de Esgotos.

Se verificarmos, ainda, nesta TABELA, o número de ETEs construídas até agosto de 1978, veremos que existiam até aquela data apenas 41 ETEs em todo o Brasil. Entretanto, até agosto de 1979, já contava o País com um total de 54 ETEs.

Em 1983, prevê-se, segundo dados desta mesma TABELA, que no Brasil existirão 118 ETEs, significando um crescimento de 187,80% em relação ao número existente até agosto de 1978.

Há, ainda, a ser considerado o fato de que, na TABELA 1, houve omissão dos dados relativos ao número de ETEs em operação e da programação para a ampliação ou construção de novas ETEs no Estado de São Paulo.

Sabe-se, entretanto, que, no período citado pela mesma, estiveram em operação as ETEs de Pinheiros e de Vila Leopoldina, as quais continuam em atividade até o presente momento.

A ETE do Ipiranga foi reformada em 1978, em período que não podemos precisar.

* ETEs compactas ou Sistemas conjugados de tratamento são sistemas de tratamento em que duas ou mais operações e/ou processos unitários são realizados em unidades que compõem uma única estrutura.²

Quanto à construção de ETEs, no ano de 1979 foi iniciada a construção das ETEs de Barueri, ABC e Suzano.

A Estação de Tratamento de Esgotos de Barueri tratará 7 metros cúbicos por segundo, em 1983; a ETE do ABC tratará 6 metros cúbicos por segundo neste mesmo ano; e a ETE de Suzano deverá entrar em funcionamento em 1980, tratando, em sua primeira fase, 1,5 metros cúbicos por segundo.

É importante que se diga que a ETE de Barueri será a maior Estação de Tratamento de Esgotos do Mundo, pois, em sua fase final, superará, em volume de esgotos tratados, a ETE de West-Southwest, situada na Região Metropolitana de Chicago, a maior do Mundo, atualmente.⁵

No final desta década, e nas próximas que virão, indubitavelmente, a tendência é de que seja aumentada, ainda mais, a quantidade de Estações de Tratamento de Esgotos no País. Tal previsão se justifica tendo em vista que, no período de 1970 a 1980, enquanto a população total do País cresceu 32,06%, a urbana teve um incremento de 50,15%.⁹ Como consequência deste crescimento populacional desenfreado, na área urbana, de tendência sempre ascendente com o passar dos tempos, maior será o volume de esgotos a tratar, o que justifica tal afirmativa.

Por analogia, teremos de admitir que o número de operadores de ETEs, necessários para operá-las, deverá crescer bastante.

Crescendo ambos, número de ETEs e número de operadores de Estações de Tratamento de Esgotos, maior deverá ser a responsabilidade por parte das Companhias de Saneamento brasileiras, no que se relaciona com a segurança de seus operadores e das próprias ETEs.

1.1 UNIDADES DAS ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTOS

Será conveniente esclarecer, no texto do presente trabalho, como se processa o tratamento dos esgotos em uma Estação de Tratamento de Esgotos convencional.

Para tal, necessário se torna, entretanto, delimitar a abrangência dos processos de tratamento de esgotos, levados em consideração nesta pesquisa.

As ETEs pesquisadas tratam os esgotos a nível primário ou secundário. ETEs a nível terciário* não constaram neste levantamento, porque são raras no Brasil.

O tratamento a nível primário compreende o tratamento preliminar (grades grosseiras, grades mecanizadas e caixas de areia) e as seguintes unidades: decantadores primários, digestores de lodos e leitos de secagem de lodos.

* Os tratamentos terciários seguem-se aos tratamentos preliminares, primários e secundários, com o objetivo de proteger o corpo receptor, dando ao efluente da ETE um grau mais elevado de depuração ou uma melhor remoção de nutrientes, evitando a proliferação de algas no corpo receptor.³

O tratamento a nível secundário constitui-se, além das unidades acima citadas, de outras unidades que tratam os esgotos biologicamente, ou em tanques de aeração de lodos ou em filtros biológicos. Após o tratamento biológico, o esgoto é encaminhado para os decantadores secundários.³

Existem, ainda, unidades auxiliares responsáveis pelo transporte do esgoto ou lodo, de uma para outra unidade da ETE; são as Estações Elevatórias de Esgotos ou de Lodo.¹³

A Figura 1, a seguir, mostra um fluxograma de uma ETE convencional, a nível secundário.

1.1.1 Grades Grosseiras

O emissário, quando chega à Estação de Tratamento de Esgotos, não traz para o seu interior somente os constituintes principais dos esgotos domésticos típicos, ou seja, resíduos de alimentos, fezes, urina, sabões e detergentes.²⁷

Nessa massa líquida encontram-se também corpos flutuantes, tais como pedaços de madeira, ro-lhas, latas, materiais plásticos e de borracha, escovas, trapos, animais mortos, folhas e muitos outros objetos que a nossa imaginação possa conceber ser possível lançar em uma rede de esgotos.³

Nem todos estes materiais podem pene-

FIGURA 1 - FLUXOGRAMA DE UMA ETE CONVEN-
CIONAL, A NÍVEL SECUNDÁRIO

trar na Estação de Tratamento de Esgotos, pois, alguns dentre eles são capazes de prejudicar o funcionamento das bombas e demais equipamentos.¹³ Torna-se necessária, então, a sua remoção através de grades grosseiras, primeiramente, e, posteriormente, por meio de grades mecanizadas.

As grades grosseiras são constituídas por barras metálicas paralelas e igualmente espaçadas³, posicionadas perpendicularmente ao movimento do fluxo ou ligeiramente inclinadas.²² O espaçamento entre as barras depende do tipo de material que se deseja reter²², bem como de sua dimensão.

O material que fica retido nas grades deve ser removido periodicamente, para evitar o represamento dos esgotos no canal a montante da caixa de chegada.²² Sua retirada é feita com a ajuda de um ancinho manual, no caso de materiais leves, ou com um guincho móvel, quando os objetos forem muito pesados.¹²

Os materiais retirados das grades grosseiras são colocados dentro de um carrinho de mão e encaminhados para um destino final adequado (aterro sanitário, incineração ou outro).

O efluente proveniente das grades grosseiras, destituído dos corpos flutuantes de maiores dimensões, ali retidos, é encaminhado para as grades mecanizadas.

1.1.2 Grades Mecanizadas

As grades mecanizadas têm a função de reter materiais de menores dimensões que passaram pelas grades grosseiras, mas que, devido às suas características, podem ser responsáveis pela obstrução de tubulações, de válvulas, de registros, de bombas, etc.

Os papéis, estopas, trapos e detritos de cozinha são os resíduos mais comumente retidos pelas grades mecanizadas.

A retenção destes e de outros resíduos, pelas grades mecanizadas, assegura um melhor aspecto para os decantadores, além de reduzir o volume de espuma.³

A limpeza das grades mecanizadas é feita por rastelos fixados lateralmente a duas correntes que se alojam nas paredes laterais e que são movimentadas por rodas dentadas.

Ao atingir a parte superior da grade, o rastelo inverte a sua posição, descarregando o material nele retido em recipientes. De preferência, são utilizados carrinhos de mão, para facilitar o transporte para um destino final adequado (aterro sanitário, incineração ou outro).

O efluente das grades mecanizadas segue seu curso normal, passando, a seguir, pelas caixas de areia.

1.1.3 Caixas de Areia

As caixas de areia, também denominadas desarenadores, têm a finalidade de reter a areia e demais detritos minerais inertes pesados existentes no esgoto afluente.

Areias de diversas granulometrias, entulhos, seixos e metais são alguns dos materiais que devem ficar retidos no fundo das caixas de areia, para que as bombas sejam protegidas contra abrasão.

É importante que se diga, ainda, que tais materiais costumam causar entupimentos e obstruções internas da ETE, além de se depositarem no fundo dos decantadores, digestores e demais unidades, reduzindo a sua capacidade útil de tratamento.^{3, 22}

As caixas de areia têm a forma de canais estreitos, que se alargam bruscamente com a finalidade de reduzir a velocidade do afluente, o que facilita bastante a deposição dos materiais inertes.

A limpeza destas caixas é feita periodicamente, retirando-se a areia e demais materiais pesados depositados no seu fundo por meios manuais ou mecânicos.

A limpeza manual, somente é utilizada em pequenas Estações de Tratamento de Esgotos, para não onerar o sistema. Os canais da caixa de areia são esvaziados e o operador desce ao fundo da mesma, e, com o auxílio de pás, enxadas ou de outras ferramentas, faz a limpeza de sua base.²²

A limpeza mecanizada é feita por dispositivos móveis que arrastam a areia e demais materiais depositados no fundo do canal, até uma posição onde exista um coletor para recebê-los.

Existem, entretanto, outros tipos de equipamentos de limpeza mecanizada, tais como os removedores de areia do tipo rotativo, com pás; sistemas de remoção através de correntes ou de parafusos helicoidais; sistemas de elevação do material retido, por ar comprimido (air lift); sistemas de remoção, por bombas especiais; e outros.^{3, 22}

Quando a areia, removida das caixas de areia, é lavada, poderá ser utilizada em locais onde seu aspecto estético permitir. Se houver grande quantidade de matéria orgânica a ela agregada, a areia deverá ser enterrada, para evitar odores desagradáveis na ETE e nos locais escolhidos para destino final deste resíduo. Se a areia contiver pouca matéria orgânica a ela misturada, poderá ser utilizada em aterros, nos leitos de secagem de lodos, e em outros locais onde o aspecto estético não tenha muita importância.^{3, 22}

O efluente das caixas de areia tem como destino, os decantadores primários.

1.1.4 Decantadores Primários

Os decantadores primários são tanques, cuja função é a de remover os sólidos sedimentáveis presentes nos esgotos que afluem à ETE.

Os sólidos sedimentáveis que têm acesso aos decantadores primários, devido aos tratamentos preliminares a que foram submetidos os esgotos, possuem poucas partículas granulares e muitas floculentas.³

Os decantadores podem possuir, teoricamente, qualquer forma, mas as mais comuns são as circulares e retangulares.

A sua profundidade, por exigência de projeto, deve estar compreendida entre 1,50 e 4,50 metros.^{3, 22}

Os decantadores primários, normalmente, são equipados com mecanismos de coleta de lodo e de remoção de espuma.

Os mecanismos de coleta de lodo captam, continuamente, os sólidos depositados no fundo do decantador e os arrastam para o poço central de saída do lodo. Este poço está interligado a um sistema de

recalque que transfere o lodo do fundo do decantador primário para o interior dos digestores de lodos.^{12, 13}

Existem variados tipos de mecanismos destinados à coleta de lodo: os raspadores e removedores rotativos de lodo, usados em decantadores quadrados ou circulares, que podem ser de acionamento central ou de tração periférica; os removedores de corrente submersa, que possuem movimento contínuo, arrastando o lodo no sentido contrário ao do escoamento, usados em decantadores retangulares; e os "monorakes", sistemas acionados por mecanismos situados fora da água, com movimento de vaivem, também usados em decantadores de forma retangular.³

Nem todos os decantadores primários são equipados com mecanismos móveis de coleta de lodo. Alguns decantadores primários, de pequeno porte, têm o seu fundo com inclinação suficiente para deslocar o lodo, por gravidade, para o poço de acumulação. A seguir, o lodo é retirado deste poço por meio de bombas ou por carga hidráulica (sifonamento), sendo, então, encaminhado para os digestores de lodo.²²

Os mecanismos de remoção de espuma fazem a varredura da superfície do líquido que está sendo submetido ao processo de decantação. A espuma é arrastada por braços móveis, para que seja recolhida através de bandejas situadas na superfície dos decantadores. A seguir, a espuma é transferida para

poços de espuma, sendo, então, bombeada para as unidades de digestão de lodo.^{12, 13}

Os decantadores primários, a exemplo das demais unidades da ETE, também precisam ser limpos, frequentemente. As paredes do tanque de decantação, os vertedores e as canaletas devem ser lavados com jatos de água sob pressão. Uma vassoura deve ser também utilizada para remover as impurezas acumuladas nestes locais, para que não obstruam os vertedores e não causem aspecto estético indesejável nestes tanques, nem maus odores.

Quanto ao líquido efluente dos decantadores primários, este poderá ter dois destinos distintos. No caso da ETE ser a nível de "Tratamento Primário", o efluente é encaminhado para o corpo receptor; e, se a ETE for a nível de "Tratamento Secundário", o efluente deverá ser encaminhado para uma unidade de tratamento biológico (Filtro Biológico ou Tanque de Aeração de Lodo).

1.1.5 Digestores de Lodo

Os digestores de lodo são tanques destinados a efetuar a decomposição do lodo primário e da espuma provenientes dos tanques de decantação primária.

Esta decomposição pode ser anaeróbia ou aeróbia.

1.1.5.1 Digestão anaeróbia

O lodo fresco e a espuma, ao serem introduzidos no interior dos digestores anaeróbios, são misturados à sua massa, por meio de agitadores mecânicos, bombas de recirculação de lodo ou por outros equipamentos.

As bactérias anaeróbias, presentes no interior dos digestores, participam do processo de digestão do lodo, fazendo com que as bactérias patogênicas sejam destruídas e o lodo fresco seja submetido a um processo de redução e estabilização, dando formação a líquidos, gases e lodo digerido.

O líquido sobrenadante é encaminhado de volta aos decantadores primários; os gases são canalizados para os gasômetros e para os queimadores de gases, ou, no caso da não existência de ambos, são lançados para a atmosfera; e o lodo digerido é conduzido para os leitos de secagem de lodo.

Os digestores anaeróbios podem ter várias formas, sendo as mais comuns a cilíndrica, com fundo cônico e altura limitada, e, a ovóide, com altura relativamente grande. A sua cúpula pode ser fixa, construída com concreto armado à prova de rachaduras, fendilhamentos e trincas, ou, então, pode ser móvel (flutuante), mantendo, no interior do digestor, pressão positiva.

Os digestores anaeróbios, sendo estruturas fechadas, necessitam possuir uma pressão interna sempre maior do que a pressão atmosférica, isto para evitar a entrada de ar no seu interior, visto haver possibilidade de formação de misturas explosivas do ar com os gases ali presentes.³

Os digestores, eventualmente, precisam ser esvaziados e limpos, principalmente quando grande quantidade de areia se acumula em seu interior, prejudicando a digestão do lodo.¹

Os digestores de cobertura fixa, para serem limpos, necessitam ser preenchidos o máximo possível, para reduzir o volume do gás contido em seu interior a um mínimo. Este gás, sob pressão, deve ser libertado para a atmosfera, vagarosamente. Feito isto, abre-se o topo da cúpula de gás e todas as demais aberturas existentes nos digestores, para facilitar a saída dos gases e a observação do interior destas unidades. Ar fresco, ou um gás inerte tal como o dióxido de carbono ou nitrogênio, deve ser introduzido no digestor, com o objetivo de purgar os gases que permaneceram no interior do digestor e aqueles que continuaram a ser produzidos.¹⁵ Tomadas estas providências, todo o lodo deverá ser removido, e as paredes e o piso do digestor deverão ser lavados com água sob alta pressão, com o objetivo de quebrar os sólidos, fazendo-os mais fluidos, facilitando desta forma a sua remoção por meio de bombas.¹⁵

Os digestores de cobertura flutuante, para serem limpos, devem ser submetidos à retirada prévia do líquido sobrenadante, até o ponto em que a cobertura flutuante se apóie sobre os suportes ou apoios.¹⁵ O gás, sob pressão, deve ser deixado escapar, vagarosamente, para a atmosfera. A seguir, o procedimento deve ser o mesmo adotado para a limpeza dos digestores de cobertura fixa.

1.1.5.2 Digestão aeróbia

A digestão aeróbia não é comumente adotada em Estações de Tratamento de Esgotos convencionais. Entretanto, as unidades de tratamento compactas utilizam-se de digestores aeróbios, para tratamento do lodo.

Nas unidades de tratamento compactas, inexistem decantadores primários e digestores anaeróbios. Elas dispõem de um conjunto de aeração, composto de um tanque de aeração de esgoto bruto e de um tanque de aeração de lodo em excesso, e de um outro conjunto, formado por um decantador que recebe o efluente do tanque de aeração de esgoto bruto.

O lodo sedimentado no decantador é retornado para o tanque de aeração inicial, e o excesso é enviado para o tanque de aeração de lodo, o qual funciona como um digestor aeróbio.

Há, também, unidades de tratamento de esgotos compactas, que fazem a aeração do esgoto bruto e a decantação em um mesmo conjunto, ou seja, em uma unidade combinada, e a digestão do lodo é feita em um tanque independente.

Outras Estações de Tratamento de Esgotos Compactas englobam, no mesmo conjunto, quatro câmaras, com as seguintes finalidades : aeração do esgoto afluente, o qual é misturado com o lodo retornado; decantação final, re-aeração do lodo que retorna da câmara de decantação e se dirige à de aeração do esgoto afluente; e digestão aeróbia.²²

A limpeza dos digestores aeróbios não apresenta maiores dificuldades porque, sendo tanques abertos, os gases ali produzidos são liberados para a atmosfera.

O lodo digerido no interior dos digestores aeróbios é encaminhado para os leitos de secagem de lodo.

1.1.6 Leitos de Secagem de Lodo

A função dos leitos de secagem é a de receber o lodo proveniente dos digestores, com alto grau de umidade, e promover a sua secagem.

O lodo é descarregado nos leitos de secagem e fica exposto ao tempo, em camadas de apro

ximadamente 0,25 metros, durante vários dias.

A forma dos leitos de secagem é retangular, e as suas paredes são de tijolos ou de concreto. Sua camada drenante é constituída de tijolos ligeiramente afastados entre si. Nestas juntas é colocada areia grossa. O meio filtrante situa-se logo abaixo desta camada de tijolos, e é constituído por camadas de pedras de granulometrias diferentes.

Abaixo do meio filtrante existem, ainda, canalizações convenientemente dispostas, de modo a recolher a água de constituição do lodo, que percolou através das camadas superiores.

O lodo, após secado, é retirado com ferramentas comuns, normalmente utilizando-se de pás, enxadas e picaretas.

Antes de serem submetidos a uma nova carga de lodo digerido, os leitos de secagem devem ser limpos, sendo retirados os fragmentos do lodo seco e a areia agregada ou revolvida durante a operação de retirada do lodo seco.

As juntas entre os tijolos devem ser limpas e os fragmentos de lodo seco, ali presos, devem ser removidos juntamente com a vegetação germinada e desenvolvida nestas juntas.²²

O líquido drenado pelo meio filtrante deve retornar aos decantadores primários. Havendo dificuldades para a efetuação desta transferência, o mesmo terá que ser lançado, juntamente com o efluente final da ETE, no corpo receptor.

1.1.7 Gasômetros

A função dos gasômetros é armazenar os gases produzidos no interior dos digestores de lodo.

Os gasômetros mais comumente usados são os gasômetros de baixa pressão. Neles, a pressão interna é mantida pelo peso próprio da estrutura flutuante. Esta pressão, geralmente varia de 7,5 a 30,0 centímetros de coluna de água. Sua forma é cilíndrica, sendo estes tanques construídos com chapas de aço doce de, pelo menos, 6 milímetros de espessura, pintadas com tinta anti-corrosiva.³

Os gases armazenados no interior dos gasômetros, podem ser utilizados para a produção de energia para motores fixos; para acionamento de veículos; nas redes de distribuição de gás doméstico, ou em botijões de gás; em fornos industriais; nas caldeiras para aquecimento do lodo dos digestores; para a secagem de lodos digeridos; nos incineradores de resíduos; na calefação de edifícios; nos laboratórios e cozinhas; na iluminação; e nas atividades bélicas.³

1.1.8 Queimadores de Gás

Os queimadores de gás têm como função a queima dos gases em excesso, produzidos pelos digestores de lodo, os quais não possuem condições de ser armazenados pelos gasômetros ou aproveitados como qualquer forma de energia produtiva.

Os queimadores de gás são interligados aos digestores de lodo por canalizações, e a queima dos gases se processa através de chaminés situadas a alturas variáveis. O processo de queima dos gases se desenvolve automaticamente, existindo no sistema uma chama piloto, permanente, alimentada por canalização própria, iniciando a queima dos gases a qualquer instante.

Nos digestores, a uma pressão pré-estabelecida, pouco inferior à pressão máxima fixada para a sua câmara de gases, se dá a abertura automática da válvula que libera o gás para ser encaminhado aos queimadores de gás.³

1.1.9 Unidades de Tratamento Biológico

As unidades de tratamento biológico dão início à fase do processo de tratamento dos esgotos a nível secundário. Elas se seguem aos decanadores primários, recebendo os seus efluentes líquidos e encaminhando-os, após tratados, para um de

cantador secundário. Os processos normalmente utilizados são os filtros biológicos e os lodos ativados.³

1.1.9.1 Filtros biológicos

A função dos filtros biológicos é oxidar (estabilizar) e flocular (aglomerar) a matéria orgânica ainda presente no efluente dos decantadores primários.

Os filtros biológicos são tanques cilíndricos, cobertos ou não, contendo em seu interior uma camada estacionária de pedras, ou de outro material, que sirva de suporte para o desenvolvimento de bactérias, protozoários, fungos, algas, vermes e outros organismos. O líquido previamente decantado percola pelo interior deste leito filtrante, sendo submetido à ação destes organismos. No fundo do filtro biológico há drenos que encaminham este líquido para um canal central, de onde é transferido para o decantador secundário.

A distribuição das águas residuárias provenientes dos decantadores primários, sobre a superfície dos filtros biológicos, é feita por meio de bocais ou pulverizadores fixos, uniformemente espaçados; por distribuidores rotativos; ou por outros métodos.

Em algumas ETES de maior capacidade, o efluente dos filtros biológicos é recirculado, podendo isto ser feito para o decantador primário.

rio ou para o próprio filtro. Há ETEs que fazem a recirculação do efluente do decantador secundário para o filtro biológico.

É recomendado que os filtros biológicos cobertos sejam ventilados por meios artificiais. Estes ventiladores podem ser instalados na cúpula.³

1.1.9.2 Lodos ativados

A função do processo dos lodos ativados é idêntica à dos filtros biológicos, ou seja, oxidar e flocular a matéria orgânica ainda existente no efluente dos decantadores primários.

O líquido, previamente decantado, é agitado juntamente com um certo volume de lodo biologicamente ativo. Este lodo é mantido em suspensão no meio líquido, na presença de uma quantidade adequada de oxigênio.³

A agitação desta mistura é feita em tanques de aeração, geralmente de seção retangular.

Após a aeração da mistura, o efluente é encaminhado para o decantador secundário.^{3, 22}

Parte do lodo obtido da decantação secundária retorna aos tanques de aeração, e o lodo em excesso é recirculado para os decantadores primários, de onde, após decantado, será recalcado para os digestores.³

No processo dos lodos ativados, o lodo é enriquecido em seu número de bactérias, fungos, protozoários e rotíferos, sendo as bactérias as principais responsáveis pela estabilização da matéria orgânica e pela formação dos flocos.

Como existe uma grande demanda de oxigênio no interior destes tanques, para dar condições de vida às bactérias aeróbias, o ar atmosférico, ou oxigênio puro, têm que ser introduzidos neste meio.²² Isto é feito pela ação de compressores que insuflam ar no seio da massa líquida; por aeradores mecânicos superficiais; ou por outros mecanismos de aeração.^{3, 22}

Os aeradores mecânicos podem ser instalados em tanques com profundidades variando entre 3,5 e 4,5 metros. Entretanto, existem tipos especiais para tanques de até 8 metros de profundidade.

Como a operação dos tanques de aeração de lodo requer um controle constante por parte do laboratório, amostragens, pelo menos 2 vezes ao dia, devem ser feitas e encaminhadas para análise.²²

A limpeza dos tanques de aeração de lodo deve ser feita diariamente, através de jatos d'água. Suas paredes, os canais de saída e os vertedores devem ser limpos com escovas de aço e vassouras, para evitar que materiais sólidos ali se acumulem, gerando maus odores.

1.1.10 Decantadores Secundários

A função dos decantadores secundários é a de efetuar a sedimentação do lodo contido no efluente das unidades de tratamento biológico.

Nos decantadores secundários que se seguem aos filtros biológicos, o lodo decantado retorna para os decantadores primários, sendo, posteriormente, recalcado para os digestores. Parte do efluente líquido pode ser recirculado para o filtro biológico e o restante é enviado diretamente para o corpo receptor.

Nos decantadores secundários, que se seguem aos tanques de aeração de lodo, uma parte do lodo tem o mesmo destino citado para os filtros biológicos e a outra retorna aos tanques de aeração de lodo. O efluente líquido é lançado no corpo receptor.²²

1.1.11 Unidades de Recalque

As unidades de recalque são unidades auxiliares que têm como função a transferência dos esgotos ou do lodo, de uma unidade para outra.

Dentre as várias unidades de recalque, existentes no interior das ETEs, destacam-se, pela sua importância, as elevatórias de esgoto bruto ,

as quais recebem o efluente das grades e caixas de areia e o transferem para o canal de alimentação dos decantadores primários; as elevatórias do lodo decantado, que transferem o lodo retirado do fundo dos decantadores primários para o interior dos tanques de digestão de lodo; as elevatórias de homogeneização, recirculação e transferência de lodo de um para outro digestor; as elevatórias de lodos ativados; e outras.

1.2 JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS DO TRABALHO

Tem-se verificado que, no Brasil, até o presente momento, não há, ainda, um trabalho específico que vise à instrução dos operadores de Estações de Tratamento de Esgotos, no tocante às medidas preventivas que devem ser adotadas, no interior de suas unidades de tratamento, para evitar a ocorrência de acidentes e de doenças profissionais.

Os projetistas de ETES, deste País, têm por obrigação adotar as recomendações de segurança previstas pelo Projeto de Norma P-NB-570², da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT -, que trata da "Elaboração de Projetos Hidráulico-Sanitários de Sistemas de Tratamento de Esgotos Sanitários", o qual, entretanto, pouco se refere às precauções que devem ser tomadas no projeto de ETES para a eliminação dos riscos ali presentes.

As Normas Regulamentadoras do Capítulo V, Título II, da Consolidação das Leis do Trabalho - NRs - ditadas pela Portaria 3214, de 08 de junho de 1978³⁷, no Quadro II da NR 4, o qual fornece a relação de atividades, código da atividade principal e o risco correspondente às mesmas, não citam a atividade de tratamento de esgotos, não dando condições, portanto, para que se avalie, com base na legislação vigente, o grau de risco a que estão expostos os operadores de ETEs.

O Anexo nº 14 da NR 15³⁷, relativo a agentes biológicos, que considera as operações em galerias e tanques de esgotos como atividades caracterizadas, pela avaliação qualitativa, como sendo de insalubridade de grau máximo, em muitas ETEs brasileiras não é levado em consideração, pois vários são os operadores que não recebem este adicional fixado por lei.

Extrema dificuldade também é encontrada no Brasil, para a obtenção de dados relacionados a acidentes ocorridos no interior de algumas de suas Estações de Tratamento de Esgotos.

Entretanto, em países tais como os Estados Unidos da América, entidades tais como a Water Pollution Control Federation - WPCF - e a American Society of Civil Engineers - ASCE -, publicam, periodicamente, artigos científicos relacionados com os problemas de segurança e medicina do trabalho existentes no interior das ETEs. Exemplos de acidentes ocorridos em ETEs desse País (Ane-

xo 4) também são relatados por essas publicações, o que serve de exemplo para que outros acidentes do mesmo ti
po sejam evitados através de medidas preventivas.

Baseados no que foi exposto anteriormente, e tendo em vista que as Companhias de Saneamento, até o presente momento, não têm dado a devida atenção às ati
vidades desenvolvidas pelos operadores de ETEs, no que se relaciona com a prevenção de acidentes e doenças pro
fissionais, definimos para este trabalho os seguintes objetivos:

- Avaliar, no que se refere à Higiene e Segu
rança do Trabalho, a situação dos operado
res entrevistados e das próprias ETEs in
cluídas na pesquisa;
- Mostrar algumas normas e recomendações de segurança que devem ser observadas com vis
tas à prevenção de acidentes em ETEs;
- Motivar outros profissionais, no sentido de levantarem os demais riscos existentes no interior das ETEs, dando, portanto, con
tinuidade a este trabalho.

2 - MATERIAL E MÉTODO DE ESTUDO

Foram escolhidos três Estados brasileiros para a efetuação da pesquisa: São Paulo, Rio de Janeiro e Brasília.

O critério de escolha destes Estados foi baseado no fato de neles existirem as principais Estações de Tratamento de Esgotos (ETEs) do País, a nível de tratamento primário e secundário.

Também influenciou esta escolha o fato do pesquisador ter estagiado nas Companhias de Saneamento de São Paulo, Rio de Janeiro e Brasília, o que o fez melhor conhecedor das suas Estações de Tratamento de Esgotos, quando comparadas às demais existentes no País.

Outros Estados não foram incluídos na pesquisa para não onerar ainda mais o trabalho, tendo em vista as despesas com transporte e estada.

No Estado de São Paulo, constam da pesquisa as Estações de Tratamento de Esgotos de Pinheiros e Vila Leopoldina; no Estado do Rio de Janeiro, as ETEs da Ilha do Governador, Galeão, Penha, Acari, Maricá e Realengo; e, em Brasília, as ETEs da Asa Norte, Asa Sul e de Sobradinho.

O critério de escolha das ETEs, nestes Estados, baseou-se na importância que as mesmas representam para o tratamento dos esgotos de algumas de suas regiões, e, também, no grau e processo de tratamento adotado por cada ETE.

Não foram levadas em consideração na pesquisa as ETEs que estavam, na ocasião do levantamento, sendo construídas ou fora de operação. Aquelas que estavam sendo reformadas ou ampliadas, mas não paralizaram o tratamento dos esgotos, foram incluídas.

A TABELA 2 mostra as ETEs levantadas, sua localização, o grau e processo de tratamento adotado pelas mesmas, sua vazão média tratada, seu número total de empregados, seu número de operadores, e o sistema de turnos de trabalho de seus operadores.

Baseados na bibliografia pesquisada e nas visitas feitas às ETEs, durante o Estágio, foi elaborado um Questionário (Anexo 1).

Esse Questionário foi confeccionado com o objetivo de levantar dados relativos às 11 ETEs pesquisadas, sobre as condições sanitárias do ambiente de trabalho; hábitos higiênicos dos operadores; medidas preventivas, de carácter individual e coletivo, para evitar a ocorrência de acidentes; atividades, junto às ETEs, do Serviço Especializado em Segurança e em Medicina do Trabalho, das Companhias de Saneamento incluídas na pesquisa; e atividades do Serviço de Segurança Patrimonial.

Após concluído o Questionário, foi feito um pré-teste em uma das Estações de Tratamento de Esgotos. Foi escolhida a ETE da Asa Norte, em Brasília, por ser uma ETE convencional completa, a nível secundário.

TABELA 2 - DISTRIBUIÇÃO DAS ETES LEVANTADAS SEGUNDO A LOCALIZAÇÃO, O GRAU DE TRATAMENTO, O PROCESSO DE TRATAMENTO, A VAZÃO MÉDIA TRATADA, O NÚMERO TOTAL DE EMPREGADOS, O NÚMERO DE OPERADORES E O SISTEMA DE TURNOS DOS OPERADORES, 1978.

LOCAL	NOME DA ETE	GRAU DE TRATAMENTO	PROCESSO DE TRATAMENTO	VAZÃO MÉDIA (l/s)	Nº TOTAL DE EMPREGADOS	Nº DE OPERADORES	SISTEMA DE TURNOS
BRASILIA							
	Asa-Norte	Secundário	Lodos Ativados	300	20	10	12/24
	Asa-Sul	Secundário	Lodos Ativados	543	36	13	24/48
	Sobradinho	Secundário	Lodos Ativados	50	13	9	12/24
RIO DE JANEIRO							
	Ilha do Governador	Secundário	Lodos Ativados	150	20	16	24/48
	Galeão	Secundário	Filtros Biológicos	20	7	6	24/48
	Penha	Secundário	Filtros Biológicos	1000	18	12	24/48
	Acari	Secundário	Lodos Ativados	210	12	11	24/48
	Maricá	Secundário	Filtros Biológicos	2	7	3	24/48
	Realengo	Secundário	Filtros Biológicos	150	10	6	24/48
SÃO PAULO							
	Vila Leopoldina	Primário	-	1500	80	30	8 h/dia
	Pinheiros	Primário	-	1800	60	27	8 h/dia

FONTE: Informações colhidas "in loco" com os Encarregados das ETES.

Não tendo havido dificuldades para a coleta e para a tabulação manual dos dados obtidos pela aplicação do Questionário, pôde o mesmo ser usado no levantamento de dados relativos às demais ETEs incluídas na pesquisa, isto em fase posterior.

Para o preenchimento do Questionário, contou-se com a presença de um operador, ou do encarregado da ETE. Sua função junto ao pesquisador era a de informar-lhe o nome e a localização de todas as unidades da ETE.

Todas as unidades foram visitadas, sendo anotados, pelo pesquisador, os riscos ali presentes, as medidas preventivas utilizadas para minimizá-los ou eliminá-los, e todos os demais dados julgados de interesse para a pesquisa.

A seguir, o pesquisador entrou em contato pessoal com os operadores das ETEs levantadas. Entrevistou-os, com o objetivo principal de conhecer os seus hábitos e métodos de trabalho, e, também, os recursos de que dispõem para se protegerem dos riscos existentes neste ambiente, fazendo as necessárias perguntas e anotando as respectivas respostas.

Quanto ao critério de escolha dos operadores entrevistados, este baseou-se unicamente na exigência de que as suas funções fossem restritas ao ambiente da ETE.

As entrevistas foram feitas com os operadores presentes no dia programado para a efetuação do levantamento, e, dentre estes, foram submetidos ao inquérito somente

aquelles que se encontravam, no momento do levantamento, desobrigados de alguma função (isto para que não fossem prejudicadas as suas atividades de operação da ETE).

Com base no tempo médio gasto por operador, quando da efetuação do pré-teste, e, também, no tempo gasto no levantamento geral da ETE, nesta mesma ocasião, arbitrou-se um número máximo de 3 operadores a serem entrevistados, por ETE incluída na pesquisa, isto para que não fosse prolongada a permanência do pesquisador em cada ETE levantada.

Houve, entretanto, algumas ETEs cujo número de operadores, que cumpriam o seu turno de trabalho, era inferior a 3, e, por este motivo, somente foram entrevistados um ou 2 desses profissionais.

De um total de 143 operadores, pertencentes às 11 ETEs levantadas, foram entrevistados 28.

A TABELA 3 mostra as ETEs levantadas, o número de operadores de cada ETE e o número de operadores entrevistados por ETE.

TABELA 3 - DISTRIBUIÇÃO DAS ETEs PESQUISADAS, SEGUNDO O NÚMERO DE OPERADORES E O NÚMERO DE OPERADORES ENTREVISTADOS POR ETE, 1978.

NOME DA ETE	Nº DE OPERADORES	Nº DE OPERADORES ENTREVISTADOS
Asa-Norte	10	3
Asa-Sul	13	3
Sobradinho	9	2
Ilha do Governador	16	3
Galeão	6	2
Penha	12	3
Acari	11	3
Maricá	3	1
Realengo	6	2
Vila Leopoldina	30	3
Pinheiros	27	3

À medida que a pesquisa se foi desenvolvendo, decidiu-se anexar ao trabalho dados relativos aos acidentes ocorridos nas ETES brasileiras (Anexo 5), para serem comparados àqueles citados pela bibliografia referenciada (Anexo 4).

A coleta desses dados foi feita junto ao Serviço Especializado em Segurança e em Medicina do Trabalho - SESMT - das Companhias de Saneamento, às quais pertencem as ETES pesquisadas.

Foram selecionadas, dentre todas as fichas de Registro de Acidentes do Trabalho - RAT - existentes no SESMT -, aquelas que se referiam a acidentes do trabalho ocorridos no interior das ETES incluídas na pesquisa: na CEDAE, foram analisados os RAT de janeiro/77 a julho/80, inclusive; na CAESB, os RAT de janeiro/78 a setembro/80, inclusive; e, na SABESP, os RAT de janeiro/79 a agosto/80, inclusive.

Estes períodos divergiram, entre as Companhias de Saneamento, devido ao fato de os Chefes do Serviço Especializado em Segurança e em Medicina do Trabalho somente autorizarem o fornecimento de dados, para análise, correspondentes à sua gestão.

Um formulário próprio foi utilizado para a coleta dessas informações (Anexo 2).

Com o objetivo de incluir no trabalho dados técnicos de interesse para a pesquisa, foram feitas algumas medições no ambiente das Estações de Tratamento de Esgotos.

Foram coletados dados sobre os níveis de iluminação, de ruído, de explosividade, e de concentração do gás sulfídrico em algumas unidades das ETEs, onde estas determinações se justificavam.

Um Formulário próprio foi usado para o registro de tais informações (Anexo 3).

As medições foram efetuadas pelo pesquisador, juntamente com um Supervisor de Segurança da Companhia de Saneamento.

Para uma melhor identificação do local onde se realizavam as medições, existia sempre presente um operador da ETE.

Os aparelhos usados na pesquisa foram os seguintes:

- Luxímetro, modelo nº 8DW40Y9 da General Electric;
- Sound Level Meter, modelo 1565-A da General Radio Company;
- Explosimeter-combustible gas indicador, modelo 2A da MSA-Mine Safety Appliances Company;
- Multi-Gás-Detector, da Dräger-Lubeca e tubos de hydrogen sulfide 1/c específicos para medições de 1 a 20 ppm, com validade prevista até março de 1982.

3 - RESULTADOS E COMENTÁRIOS

Os resultados e comentários, a seguir, dizem respeito à apuração dos questionários aplicados e às medições feitas no ambiente das Estações de Tratamento de Esgotos levantadas.

3.1 CONDIÇÕES SANITÁRIAS DO AMBIENTE DE TRABALHO

A TABELA 4 apresenta os resultados do levantamento relativo às condições sanitárias do ambiente de trabalho de 11 ETES pesquisadas.

TABELA 4 - CONDIÇÕES SANITÁRIAS DO AMBIENTE DE TRABALHO EM 11 ETES PESQUISADAS, 1978.

CONDIÇÕES SANITÁRIAS DO AMBIENTE DE TRABALHO	SIM		NÃO		TOTAL	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Água potável para os operadores	11	100,00	-	-	11	100,00
Instalações sanitárias completas	11	100,00	-	-	11	100,00
Auxiliares da higiene corporal						
Sabão	8	72,73	3	27,27	11	100,00
Desinfetante	5	45,45	6	54,55	11	100,00
Água quente	5	45,45	6	54,55	11	100,00
Toalhas individuais	5	45,45	6	54,55	11	100,00
Armários individuais para uso dos operadores	10	90,91	1	9,09	11	100,00

3.1.1 Água Potável

Todas as Estações de Tratamento de Esgotos pesquisadas possuíam água encanada, proveniente dos sistema de abastecimento público local (TABELA 4).

Logicamente, esta água é tratada, sendo fornecida aos consumidores em condições de potabilidade.

De um modo geral, as ETEs possuíam filtros ou bebedouros, dos quais os operadores se serviam para beber água.

Entretanto, é importante que se diga que nos baseamos no fato apenas de confiarmos na qualidade do fornecimento público de água às ETEs. Não tivemos condições de analisar a sua qualidade bacteriológica e a possibilidade de contaminação da mesma por conexões cruzadas com o esgoto.

Torna-se necessário, portanto, fazer uma análise da água dos filtros e bebedouros existentes nestas 11 ETEs, para que se possa afirmar, com segurança, se a NR 24³⁷, no seu item 24.6.1. está sendo cumprida, pois a mesma diz que "em todos os locais de trabalho deverá ser fornecida aos trabalhadores, água potável, em condições higiênicas ..."

3.1.2 Instalações Sanitárias

Todas as Estações de Tratamento de Esgotos submetidas à pesquisa possuíam, nos seus banheiros, vasos sanitários, lavatórios e chuveiros (TABELA 4).

A existência de locais que possibilitam um perfeito asseio corporal aos operadores de ETEs, os incentiva para a manutenção dos bons hábitos de higiene pessoal.⁴ Para que tal aconteça é necessário, todavia, que haja bastante água disponível em todos os aparelhos sanitários.³¹

Muito embora em nenhuma das ETEs levantadas se tenha verificado uma maior preocupação com o perigo de contaminação dos registros das torneiras, deveria ser uma exigência de projeto a instalação de válvulas operadas com os pés, nos vasos sanitários e lavatórios.¹⁶

Foi observado ainda, em uma das ETEs levantadas, que inexistiam portas e paredes ou qualquer outro tipo de divisória entre 3 vasos sanitários de um mesmo banheiro. Isto denota uma desobediência à NR 24³⁷, no seu item 24.1.26.d, a qual diz que os gabinetes sanitários deverão "ser dotados de portas independentes, providas de fecho que impeçam o devassamento".

3.2.3 Higiene Corporal

Além da necessidade de existência de lavatórios e chuveiros em quantidade suficiente para atender aos operadores e demais funcionários da ETE, é importante que ali estejam disponíveis, também, alguns produtos, tais como sabão e desinfetantes, e água quente e toalhas individuais, para auxiliarem-nos na manutenção de uma perfeita higiene corporal.

3.1.3.1 Sabão

Foi observado, na pesquisa, que 3 (27,27%) ETEs não dispunham de sabão, nas instalações sanitárias, para ser usado na lavagem das mãos e na higiene geral do corpo (TABELA 4).

Nas ETEs em que foi encontrado este utensílio de limpeza, nos banheiros, nem sempre o mesmo existia na forma líquida, o que é desejável, para evitar a contaminação do sabão.

Onde havia sabão líquido, este não era fornecido através do acionamento de um pedal, havendo ainda o risco de contaminação deste sabão.

3.1.3.2 Desinfetante

Nas 11 ETEs levantadas, 6 (54,55%) não

possuíam desinfetantes nas instalações sanitárias (TABELA 4).

O uso de soluções desinfetantes é aconselhável, após o trabalho, para a proteção das mãos dos operadores, principalmente depois de terem manuseado ferramentas ou equipamentos dentro de alguma unidade da ETE.¹⁹

3.1.3.3 Água quente

Dentre as 11 ETEs levantadas, 6 (54,55%) não possuíam água quente nas instalações sanitárias (TABELA 4).

A água quente é muito mais eficiente do que a água fria, quando se trata da remoção de sujidades e de gorduras, e, por este motivo, não poderia deixar de existir nos lavatórios e chuveiros das ETEs.

Além disso, a existência de água quente, principalmente nos chuveiros, é um incentivo para que os operadores tomem banho após o trabalho.

Quando usada em conjunto com o sabão e um desinfetante, a água quente é um ótimo auxiliar para evitar infecções em cortes e arranhões.³¹

3.1.3.4 Toalhas

Nas 11 ETEs levantadas, 6 (54,55%) não forneciam toalhas individuais, para uso dos operadores (TABELA 4).

As instalações sanitárias destas ETEs também não possuíam toalhas descartáveis de papel.

Nestas ETEs ficava, portanto, a critério de cada operador, possuir uma toalha de sua propriedade, ou, então, utilizar-se de uma coletiva. Isto, entretanto, está em desacordo com a NR 24³⁷, em seu item 24.1.9 que diz: "o lavatório deverá ser provido de material para a limpeza, enxugo ou secagem das mãos, proibindo-se o uso de toalhas coletivas".

3.1.4 Armários Individuais

No levantamento efetuado, foi verificada a ausência de armários individuais, para uso dos operadores, em 1 (9,09%) ETE. (TABELA 4).

Portanto, nesta ETE, não está sendo cumprido o disposto na NR 24³⁷, no seu item 24.2.1., o qual diz que "em todos os estabelecimentos industriais e naqueles em que a atividade exija troca de roupas, ou seja imposto o uso de uniforme ou guarda-pô, haverá local apropriado para vestiário dotado de armários individuais, ..."

Os armários individuais são importantes para que os operadores possam separar as suas roupas das de seus colegas de trabalho.

Em algumas ETEs, verificou-se, ainda, que ficava a critério do operador fazer ou não a divisória interna no seu armário. Estas divisórias são igualmente importantes para que eles possam ter condições de separar as roupas de uso comum das de trabalho.³⁰

A necessidade de divisão destes armários é estabelecida pela NR 24³⁷, no seu item 24.2.11., o qual diz que "nas atividades e operações insalubres, bem como nas atividades incompatíveis com o asseio corporal, que exponham os empregados a poeiras e produtos graxos e oleosos os armários serão de compartimentos duplos".

3.2 HÁBITOS HIGIÊNICOS DOS OPERADORES DAS ETEs

A TABELA 5 apresenta os resultados do levantamento relativo aos hábitos higiênicos dos operadores de 11 ETEs pesquisadas.

TABELA 5 - HÁBITOS HIGIÊNICOS DOS OPERADORES DE 11 ETEs PESQUISADAS, 1978

HÁBITOS HIGIÊNICOS DOS OPERADORES	SIM		NÃO		TOTAL	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Lavagem das mãos	28	100,00	-	-	28	100,00
Banho após o trabalho, na ETE	27	96,43	1	3,57	28	100,00
Troca diária da roupa de trabalho	11	39,29	17	60,71	28	100,00

3.2.1 Lavagem das Mãos

Todos os 28 operadores entrevistados alegaram que lavavam as mãos, durante os intervalos entre uma operação e outra, e, principalmente, antes de comerem no ambiente de trabalho (TABELA 5).

Esta atitude tomada pelos operadores é consequência, obviamente, do reconhecimento universal da existência de microorganismos patogênicos nos esgotos, e, ainda, devido ao aspecto estético das ferramentas e equipamentos que manipulam, frequentemente.

3.2.2 Banho Após o Trabalho

Dentre os 28 operadores entrevistados, 1 (3,57%) informou que, após o trabalho, não tomava banho na ETE, mas sim, em casa. (TABELA 5).

Mesmo que não haja um contacto directo do operador com os esgotos, contaminações esporádicas ocorrem por respingos de esgoto, principalmente nas proximidades dos tanques de aeração de lodo e dos filtros biológicos; ao serem manuseados ferramentas, registros e outros equipamentos; ao segurarem nos corrimãos das escadas e passarelas; e em outros locais da ETE.

O banho após o trabalho, na ETE, reduz bastante o risco do operador transportar em

seu corpo, para o lar, bactérias patogênicas, vírus, ovos de parasitas intestinais e outros organismos in desejáveis, que podem comprometer a saúde de seus fa miliares, principalmente das crianças.

Além disso, no percurso do trabalho até o seu lar, este operador pode, também, colocar em risco a saúde da população, pois frequenta bares, lanchonetes, padarias, supermercados e outros locais públicos.

3.2.3 Troca de Roupa

Dos 28 operadores entrevistados, 17 (60,71%) disseram que não trocavam a roupa de traba lho, após cada turno (TABELA 5).

Os motivos alegados para tal procedimento foram a existência de apenas uma muda de roupa e a falta de um local apropriado para lavá-las, na ETE.

Alguns desses operadores informaram que lavavam as roupas em casa, semanalmente, e outros que somente as lavavam quando as julgavam sujas.

A falta de uniformes para vários opera dores e a existência de operadores com uniformes em precário estado de conservação, também foram notadas neste levantamento.

3.3 MEDIDAS PREVENTIVAS, DE CARÁTER INDIVIDUAL, PARA EVITAR A OCORRÊNCIA DE ACIDENTES NAS ETEs

A TABELA 6 mostra o resultado do levantamento relativo às medidas preventivas, de caráter individual, para evitar a ocorrência de acidentes nas 11 ETEs pesquisadas.

TABELA 6 - MEDIDAS PREVENTIVAS, DE CARÁTER INDIVIDUAL, PARA EVITAR A OCORRÊNCIA DE ACIDENTES, EM 11 ETEs PESQUISADAS, 1978.

MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁTER INDIVIDUAL	SIM		NÃO		TOTAL	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Cinturão de segurança	5	17,86	23	82,14	28	100,00
Máscaras contra gases	7	25,00	21	75,00	28	100,00
Coletes salva-vidas	-	-	28	100,00	28	100,00
Botas	12	42,86	16	57,14	28	100,00
Luvas	9	32,14	19	67,86	28	100,00
Ferramentas anti-faísca	4	14,29	24	85,71	28	100,00
Avaliação dos gases no ambiente de trabalho	3	10,71	25	89,29	28	100,00
Ventilação de locais confinados	8	28,57	20	71,43	28	100,00
Lâmpadas e lanternas à prova de explosão	1	3,57	27	96,43	28	100,00
Trabalho em grupo	17	60,71	11	39,29	28	100,00
Inspeções nas canalizações de gás	8	53,33	7	46,67	15	100,00

3.3.1 Cinturão de Segurança

Dentre os 28 operadores entrevistados, 23 (82,14%) alegaram não reconhecerem a necessidade do uso do cinturão de segurança para a efetuação de suas tarefas na Estação de Tratamento de Esgotos (TABELA 6).

O uso dos cinturões de segurança na ETE é recomendado principalmente para serviços realizados no interior dos tanques de digestão de lodo, e em locais onde haja risco de queda de alturas.

Em outros locais confinados, onde haja dificuldade de entrada e saída dos operadores, estes EPIs também se fazem necessários, pois sempre existe a possibilidade de que o ar ambiente esteja contaminado, e, ainda, de que o trabalhador se acidente e não tenha condições de retornar sem a ajuda do cinturão de segurança.¹⁶

O cinturão de segurança deve prender o trabalhador em torno do tórax, mantendo-o apertado em caso de indisposição súbita, para que ele possa ser retirado através de pequenas aberturas.²⁹

3.3.2 Máscaras Contra Gases

Dos 28 operadores entrevistados, 21 (75,00%) informaram que não achavam necessário o uso

de máscaras contra gases, em quaisquer unidades da ETE (TABELA 6).

Notou-se nestes operadores um quase que completo desconhecimento do risco de existência, em locais confinados, de concentrações perigosas de gases tóxicos e nocivos à saúde e/ou de deficiência de oxigênio.

Nos serviços realizados no interior dos digestores de lodo, de poços de visita, ou de outros locais suspeitos, os operadores devem estar munidos de protetores respiratórios, para uso imediato em caso de emergência.

Contudo, é importante que se diga que nem todas as máscaras são adequadas para determinados ambientes e para determinadas condições.

As máscaras de filtro de canistrel são inúteis para a proteção do trabalhador em um ambiente que apresente deficiência de oxigênio, porque o canistrel somente remove as impurezas do ar, não fornecendo oxigênio ao usuário.^{26, 40}

Sempre que houver necessidade do uso de aparelhos autônomos, os aparelhos autônomos a ar comprimido devem ser usados em lugar dos aparelhos autônomos de respiração de oxigênio, em todas as unidades onde materiais combustíveis, tais como óleos, graxas ou vapores de gasolina, possam estar presentes.

O motivo desta precaução é o risco do oxigênio puro, em alta pressão, ao entrar em contacto com estas substâncias, poder causar incêndios ou explosões.^{16, 44}

As máscaras ligadas a mangueiras (com ou sem insuflação de ar) são EPIs recomendados para ambientes de trabalho contendo alta concentração de gases e/ou um baixo conteúdo de oxigênio.

O ar limpo de uma fonte externa é fornecido, através de mangueiras, para uma máscara. O trabalhador que a usa, fica completamente protegido contra a inalação de gases e vapores existentes no interior da unidade em que estiver trabalhando.¹⁶

3.3.3 Coletes Salva-Vidas

Nenhum dos operadores entrevistados utilizava-se de coletes salva-vidas para trabalhar nas proximidades dos decantadores, dos tanques de aeração de lodo, ou de quaisquer outras unidades da ETE onde haja risco de afogamento (TABELA 6).

Seria recomendável que os Administradores das ETEs providenciassem a colocação de coletes salva-vidas, nas proximidades destas unidades, para serem usados pelos operadores toda vez que fossem a estes locais, com o objetivo de coletarem amostras ou para operações de rotina.¹⁰

3.3.4 Botas

Na ocasião do levantamento, dos 28 operadores entrevistados, 16 (57,14%) estavam desprovidos de botas de qualquer tipo (TABELA 6). Alguns estavam calçando sapatos comuns, mas existiam operadores trabalhando com tamancos, sandálias de dedo, chinelos, e até descalços.

A NR 6³⁷, no seu item 6.1.3.3, diz que "os empregados deverão trabalhar calçados, proibindo-se o uso de tamancos e sandálias". O sub-item a deste mesmo item diz que, para a eliminação de riscos de trabalhos realizados em lugares demasiadamente úmidos, lamacentos ou encharcados, devem ser usadas botas impermeáveis de PVC.

3.3.5 Luvas

Dos 28 operadores entrevistados, 19 (67,86%) não usavam luvas no trabalho (TABELA 6).

É necessário que os operadores usem luvas, para protegerem as suas mãos contra objetos cortantes ou perfurantes que são retirados frequentemente dos esgotos.

As luvas de borracha são recomendadas, principalmente para a retirada de resíduos das barras das grades³⁰, e para manuseio de ferramentas con

taminadas pelos esgotos.¹⁹ Elas minimizam a exposição das mãos a materiais infecciosos, quando o manuseio do esgoto ou lodo se faz necessário.^{16, 40}

3.3.6 Ferramentas Anti-Faísca

Dentre os 28 operadores entrevistados, 24 (85,71%) disseram que desconheciam a necessidade do uso de ferramentas anti-faísca, em quaisquer unidades da ETE (TABELA 6).

O item 6.7.6.12 do P-NB-570² diz que "precauções especiais deverão ser tomadas para prevenir a asfixia dos operadores ou explosão das instalações, devendo o memorial conter recomendações de manutenção somente por meio de ferramentas "brancas", que não emitam faúlhas, quando se chocam contra superfícies sólidas".

Esta medida de prevenção de acidentes, recomendada pelo P-NB-570, se justifica no interior de locais confinados da ETE, devido à possibilidade de existência de gases inflamáveis ou explosivos, quando, então, ferramentas anti-faísca^{29, 36}, feitas de ligas metálicas de cobre-berilo* são necessárias. Seu uso se justifica mais ainda nos trabalhos realizados no interior dos tanques de digestão de lodo parcialmente vazios.^{15, 16, 19}

* KLEEC, L.R.W.V. *Gases o vapores nocivos y deficiencias de oxigeno en alcantarillas y plantas de tratamiento de aguas negras.* p. 4-6 (cópia xerox).

3.3.7 Avaliação dos Gases no Ambiente de Trabalho

Dos 28 operadores entrevistados, 25 (89,29%) informaram que desconheciam a existência de meios para a identificação de gases tóxicos e nocivos à saúde, de deficiência de oxigênio e de gases inflamáveis ou explosivos na ETE (TABELA 6).

O gás do esgoto é constituído por uma mistura de gases, contendo altas porcentagens de dióxido de carbono, variadas quantidades de metano, hidrogênio e gás sulfídrico, e baixas porcentagens de oxigênio.

O gás do lodo contém, principalmente, metano e dióxido de carbono, com pequenas quantidades de hidrogênio, nitrogênio, gás sulfídrico e oxigênio, podendo, ocasionalmente, nele existirem traços de monóxido de carbono.

Os gases combustíveis, principalmente o metano, geralmente constituem de 65 a 80% do volume total do gás do lodo e os gases incombustíveis, principalmente o dióxido de carbono, de 20 a 35%.¹⁶

Na operação de ETEs, o maior perigo relacionado com a presença de gases e vapores nocivos, e deficiência de oxigênio é encontrado no interior dos tanques cobertos, onde a matéria orgânica

ca é decomposta, especialmente nos tanques de digestão de lodo. São identicamente perigosas as salas onde se localizam as canalizações de gás do lodo, as salas de bombeamento de lodo subterrâneas e os gasômetros.¹⁶

Como há sempre a possibilidade de existência de gases inflamáveis, explosivos, tóxicos, ou, ainda, de uma deficiência de oxigênio em locais confinados, estes ambientes devem ser considerados perigosos, até que se prove o contrário. Isto só poderá ser constatado através de medições, as quais sanarão as possíveis dúvidas sobre a qualidade do ar ambiente.^{26, 29, 34}

Entretanto, para que se possa efetuar as medições no ambiente da ETE, é necessário que se conheça, primeiramente, as características dos gases comumente encontrados nas Estações de Tratamento de Esgotos.

Na TABELA 7 são mostradas as características de alguns gases existentes nas ETEs.

Além dos gases citados na TABELA 7, outros gases e vapores podem, também, estar presentes no interior das ETEs, como consequência do lançamento de resíduos industriais e comerciais clandestinos, nas redes de esgotos domésticos.

TABELA 7 - PROPRIEDADES, DENSIDADE E EFEITOS FISIOLÓGICOS DE ALGUNS GASES COMUMENTE ENCONTRADOS NAS ETES

GÁS	PROPRIEDADES	DENSIDADE DE VAPOR	EFEITO FISIOLÓGICO
Dióxido de Carbono (CO ₂)	Incolor - Inodoro Não inflamável	1,53 (Localiza-se no fundo das estruturas)	Asfixiante (Atua sobre os nervos respiratórios)
Hidrogênio (H ₂)	Incolor - Inodoro Inflamável	0,07 (Localiza-se no topo das estruturas)	Asfixiante simples (Atua mecanicamente, privando os tecidos de oxigênio)
Gás Sulfídrico (H ₂ S)	Incolor - Inflamável Odor de ovo podre em pequenas concentrações. Exposições durante 2 a 15 minutos a 0,01% por volume de ar, impedem o senso de odor. Odor não evidente a altas concentrações.	1,19 (Localiza-se perto do fundo das estruturas)	Irritante e tóxico (Morte em poucos minutos a concentração de 0,2% por volume de ar. Exposições de 0,07 a 0,1% por volume de ar, causam envenamento agudo, rapidamente. Atua sobre o centro respiratório, causando a sua paralisia.
Metano (CH ₄)	Incolor - Inodoro Inflamável	0,55 (Localiza-se no topo das estruturas)	Asfixiante simples (Atua mecanicamente, privando os tecidos de oxigênio)
Nitrogênio (N ₂)	Incolor Não inflamável	0,97 (Localiza-se perto do topo, mas pode ser encontrado perto do fundo)	Asfixiante simples Fisiologicamente inerte.
Oxigênio (O ₂)	Incolor - Inodoro Mantém a combustão	1,11 (Localização variável, a diferentes níveis)	O ar normal contém 21,93% de oxigênio por volume de ar. O homem pode tolerar até 12%. Mínimo seguro para 8 horas de exposição: 14 a 16% Abaixo de 10% é perigoso para a vida. Abaixo de 5 a 7%, provavelmente é fatal.
Gás do Lodo	Pode ser praticamente inodoro e incolor	Variável (localiza-se perto do topo da estrutura)	Asfixiante simples

Solventes, em situações de emergência, ou por descuido, podem ser lançados pelas indústrias nas redes de esgotos, e atingir a ETE. Isto poderá colocar em risco a saúde e segurança dos operadores, pois os solventes podem contribuir para a formação de uma mistura explosiva em um local enclausurado da ETE, além de serem tóxicos ou venenosos, quando inalados.¹⁶

Vazamentos em tanques subterrâneos, pertencentes a postos de gasolina, podem ter acesso às redes de esgotos sanitários, e, posteriormente, às diversas unidades das Estações de Tratamento de Esgotos.

Os vapores de gasolina, quando em locais enclausurados, produzem efeitos anestésicos, se inalados.

Curtas exposições a concentrações variando entre 1,1 e 2,2% por volume de ar são perigosas, e a morte sobrevém a uma concentração de 2,4% por volume de ar.

Os vapores de gasolina são altamente inflamáveis, e como a sua densidade varia entre 3 e 4, eles são encontrados no fundo dos espaços enclausurados, somente sendo expulsos do ambiente se houver uma ventilação eficiente.¹⁶

Conhecidas as principais propriedades

dos gases e vapores comumente encontrados nas ETEs, importante torna-se, então, indicar, de forma sucinta, os equipamentos que podem ser utilizados para detectar as suas presenças.

A TABELA 8 mostra estes equipamentos.

TABELA 8 - EQUIPAMENTOS QUE PODEM SER USADOS, PARA DETEÇÃO DE ALGUNS GASES COMUMENTE ENCONTRADOS NAS ETEs.

GÁS OU VAPOR.	EQUIPAMENTOS
Gás sulfídrico	Papel impregnado de acetato de chumbo Ampolas de gás sulfídrico Detector de gás sulfídrico
Metano	Indicador de gás combustível Indicador de deficiência de oxigênio Alarme contra metano
Dióxido de carbono	Indicador de deficiência de oxigênio
Nitrogênio	Indicador de deficiência de oxigênio
Oxigênio	Indicador de deficiência de oxigênio
Hidrogênio	Indicador de gás combustível Indicador de deficiência de oxigênio
Gás do lodo	Indicador de gás combustível Indicador de deficiência de oxigênio Alarme contra metano

3.3.8 Ventilação de Locais Confinados

Dentre os 28 operadores entrevistados, 20 (71,43%) informaram que não sabiam da importância da ventilação de locais confinados para expulsão dos gases ali presentes (TABELA 6).

Como a produção de gases no interior das diversas unidades da ETE é contínua, devido à de composição da matéria orgânica, nas estruturas confi nadas, principalmente, é necessária a existência de ventilação, natural ou mecânica, para expulsão dos gases ali presentes.

Esta ventilação é feita com o objetivo de que os gases não sejam permitidos acumularem-se até uma concentração tal que dê condições à ocorrên cia de incêndios, explosões, deficiência de oxigênio ou prejuízos à saúde e ao bem estar dos operadores.

Quando se tratar de estruturas situa- das abaixo do nível do solo, o sistema de ventilação mecânica é o recomendado.^{26, 32} Nestes casos, a ven tilação natural é insatisfatória, pois não tem condi- ções de remover, com eficiência, alguns gases mais pesados do que o ar, comumente existentes nos esgo- tos.^{34, 40}

O sistema de ventilação mecânica deve ter entradas de ar ao nível do piso e ao nível do te

to, e sua capacidade deve ser suficiente para mudar o ar do espaço ventilado dentro de 2 a 3 minutos⁴⁰ (2 a 5 minutos).²⁸

No caso de haver necessidade de penetrar, ocasionalmente, em câmaras ou poços profundos, o operador deve munir-se de um ventilador portátil para ventilação desses ambientes confinados.^{16, 40}

É importante que se diga, ainda, que a ABNT estabelece no P-NB-570², ítem 5.11.b., que "nos casos em que ocorrerem condições favoráveis ao desprendimento de gases, deve ser prevista ventilação forçada, em particular nos ambientes confinados".

3.3.9 Lâmpadas e Lanternas à Prova de Explosão

Dos 28 operadores entrevistados, 27 (96,43%) desconheciam a necessidade do uso de lâmpadas ou lanternas especiais, à prova de explosão, em locais confinados (TABELA 6).

O uso de extensões, com lâmpadas com os bulbos desprotegidos, ou o uso de lanternas comuns, é perigoso quando utilizados em locais confinados, sujeitos à presença de gases inflamáveis ou explosivos

No caso de seus bulbos se quebrarem, o filamento aquecido da lâmpada ficará exposto e

servirá, portanto, como fonte de ignição para a queima ou explosão dos gases ali presentes.¹⁶

3.3.10 Trabalho em Grupo

Dentre os 28 operadores entrevistados, 11 (39,29%) disseram que não era necessária a presença de auxiliares, junto a eles, nas tarefas realizadas em locais confinados (TABELA 6).

Entretanto, principalmente quando se efetuam limpezas no interior dos tanques de digestão de lodo ou se penetram em poços de visita, para alguma operação, há necessidade de que os operadores e os responsáveis pela ETE se conscientizem da importância da permanência de pelo menos um homem^{23, 36, 40}, mas de preferência 2¹⁸, parado(s) durante todo o tempo, nas proximidades, como medida de segurança, com a finalidade de prestar(em) um possível socorro em caso de acidente ou de um mal súbito.

Estes indivíduos, escolhidos para auxiliarem os colegas que penetraram em locais confinados, devem ter um treinamento específico sobre equipamentos de segurança em geral e primeiros socorros.¹⁵

3.3.11 Inspeções nas Canalizações de Gás

Nas 11 ETEs levantadas, dos 28 operadores entrevistados somente 15 trabalhavam em Estações

de Tratamento de Esgotos que possuem canalizações de gás. Destes, 7 (46,67%) alegaram que não faziam inspeções de rotina nestas canalizações (TABELA 6).

Não se pode confiar no odor dos gases para detectar vazamentos no sistema, pois muitos gases não o possuem, e, outros, tais como o gás sulfídrico, em grandes concentrações, anestesiavam o nervo olfativo, impedindo a sua percepção.¹⁶

Um plano de inspeção dos equipamentos e canalizações de gás deve ser adotado nas ETEs.

As válvulas corta-chamas devem ser cuidadosamente inspecionadas, no sentido de serem verificadas obstruções, corrosão ou mal funcionamento da válvula de fechamento.

A pressão do gás, em pontos críticos do sistema, deve ser observada, diariamente.

As válvulas de alívio de vácuo-pressão, válvulas de condensados, queimadores de gás do lodo, e outros dispositivos especiais de proteção do sistema de canalização de gases, devem, também, ser inspecionados.¹

No caso de existência de alguma anormalidade, a causa deve ser investigada e removida.⁴⁰

3.4 MEDIDAS PREVENTIVAS, DE CARÁCTER COLETIVO, PARA EVITAR A OCORRÊNCIA DE ACIDENTES NAS ETEs

A nosso entender, as principais medidas preventivas, de carácter coletivo, que devem ser adotadas para evitar a ocorrência de acidentes nas ETEs, são as seguintes: proteção das aberturas no piso; proteção dos pisos elevados; proteção das escadas de acesso; proteção das passarelas de acesso; proteção contra quedas no interior de tanques; proteção contra incêndios e/ou explosões; e proteção de partes móveis.

3.4.1 Proteção das Aberturas no Piso

A TABELA 9 mostra o resultado do levantamento relativo às medidas preventivas adotadas, para proteção das aberturas existentes no piso, das 11 ETEs pesquisadas.

TABELA 9 - MEDIDAS PREVENTIVAS PARA PROTEÇÃO DAS ABERTURAS EXISTENTES NO PISO, EM 11 ETEs PESQUISADAS, 1978.

MEDIDAS PREVENTIVAS PARA PROTEÇÃO DAS ABERTURAS NO PISO	SIM		NÃO		TOTAL	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
GUARDA-CORPOS						
grades simples	2	25,00	6	75,00	8	100,00
grades mecanizadas	5	83,33	1	16,67	6	100,00
caixas de areia	3	37,50	5	62,50	8	100,00
elevatórias de esgotos	20	90,91	2	9,09	22	100,00
decantadores primários	7	70,00	3	30,00	10	100,00
decantadores secundários	4	44,44	5	55,56	9	100,00
tanques de aeração de lodo	3	60,00	2	40,00	5	100,00
canais abertos no pátio da ETE	3	60,00	2	40,00	5	100,00
GRELHAS						
grades simples	5	62,50	3	37,50	8	100,00
grades mecanizadas	4	80,00	1	20,00	5	100,00
TAMPAS						
poços de visita no pátio da ETE	10	90,91	1	9,09	11	100,00

3.4.1.1 Guarda-corpos/grades simples

No levantamento efetuado em 11 ETEs, verificou-se que 2 não possuíam grades simples e, uma, devido à existência de uma grelha fixa, protegendo a abertura no piso que serve de acesso a esta grade, não necessitava de guarda-corpos de proteção. Por este motivo, apenas 8 ETEs foram levadas em consideração.

Ausência de guarda-corpos foi observada em 6 (75,00%) ETEs, em torno das aberturas no piso, existentes nas proximidades das grades simples (TABELA 9).

Mesmo tendo grelhas móveis sobre tais aberturas, há o risco de queda nas mesmas, pois as grelhas são retiradas uma ou mais vezes por dia, para a operação de limpeza das grades simples.

Deveria, portanto, nestas 6 ETEs, haver um maior cuidado com a proteção das aberturas no piso, de conformidade com o estabelecido pela NR 8³⁷, no seu item 8.3.2., o qual diz que "as aberturas nos pisos e paredes se rão protegidas de forma que impeçam a queda de pessoas e objetos".

3.4.1.2 Guarda-corpos/grades mecanizadas

Nas 11 ETEs levantadas, verificou-se que apenas 6 possuíam grades mecanizadas. So

mente 1 (16,67%) destas ETEs não tinha guarda-corpos em torno das aberturas no piso, situadas junto às grades mecanizadas (TABELA 9).

É importante que se diga, ainda, que, nesta ETE, também não existem grelhas sobre tais aberturas, o que torna a região, situada no entorno das grades mecanizadas, perigosa para os operadores, no que se refere ao risco de queda em seu interior.

3.4.1.3 Guarda-corpos/caixas de areia

Nas 11 ETEs levantadas, verificou-se que somente 8 possuíam caixas de areia. Em 5 (62,50%) destas ETEs inexistiam guarda-corpos em torno das aberturas no piso junto às caixas de areia (TABELA 9).

Uma queda no interior das caixas de areia poderá ter consequências graves para o operador, que pode até se afogar, principalmente em ETEs de grandes dimensões. Ele ficará exposto, também, à contaminação de sua pele e do organismo em geral, pelos esgotos praticamente brutos.

Além disso, uma queda no interior da ETE, qualquer que seja o local, pode causar lesões leves ou graves, o que deve ser evitado com a instalação de guarda-corpos e outras medidas de proteção.

3.4.1.4 Guarda-corpos/elevatórias de esgotos

Nas 11 ETEs levantadas, verificou-se a existência de 25 estações elevatórias de esgotos e/ou lodo. Em 2 destas elevatórias não havia aberturas no piso, e uma não necessitava da instalação de guarda-corpos em torno das aberturas no piso, devido ao fato de já possuir grelhas fixas sobre as mesmas.

Dentre as 22 estações elevatórias levadas em consideração na pesquisa, apenas 2 (9,09%) não possuíam os citados guarda-corpos em torno das aberturas existentes no seu piso (TABELA 9).

Em se tratando de locais onde existem motores e bombas, e, portanto, partes móveis expostas, todos os recursos devem ser agilizados no sentido de evitar a ocorrência de quedas no interior dessas unidades, pois o acidente pode agravar-se ainda mais se o operador, além de sofrer uma queda, for projetado em direção a engrenagens, eixos de transmissão, correias e demais componentes destes mecanismos de bombeamento de esgotos ou lodo.

3.4.1.5 Guarda-corpos/decantadores primários

Nas 11 ETEs levantadas, verificou-se que somente 10 possuíam decantadores primários. Em 3 (30,00%) destas ETEs não havia guarda-corpos em torno dos mesmos (TABELA 9).

Estes guarda-corpos que, normalmente, são formados pela própria parede do decantador, com uma altura suficiente para impedir a queda involuntária dos operadores, não existiam nestas 3 ETEs. A parede que contorna o decantador possuía a sua cota máxima ao nível do piso, ou ligeiramente acima dele, não proporcionando condições de segurança contra a queda daqueles operadores que executam as suas atividades, nas suas imediações.

Torna-se importante dizer que os guarda-corpos, em torno dos decantadores primários, e de quaisquer outros tanques profundos, são de grande utilidade, pois há sempre o perigo de visitantes e empregados dos serviços de águas residuárias se acidentarem, quando andam em torno deles.^{19, 23, 28}

O risco que existe, quando alguém cai dentro de um decantador, não se prende somente à possibilidade dele se afogar no líquido ali contido, ou de se contaminar, em decorrência das bactérias patogênicas e outros organismos prejudiciais à saúde humana, ali presentes. Pode, ainda, o operador cair sobre as canaletas e vertedores superficiais, ou se chocar na queda contra os mecanismos móveis sub-superficiais de arraste do lodo, existentes no seu interior.

3.4.1.6 Guarda-corpos/decantadores secundários

Nas 11 ETEs levantadas, verificou-se que somente 9 possuíam decantadores secundários. Em 5 (55,56%) destas ETEs, não havia guarda-corpos em torno dos mesmos (TABELA 9).

Por se tratarem de unidades semelhantes aos decantadores primários, os comentários feitos a seu respeito são válidos para os decantadores secundários.

3.4.1.7 Guarda-corpos/tanques de aeração de lodo

Nas 11 ETEs levantadas, verificou-se que somente 5 possuíam tanques de aeração de lodo. Em 2 (40,00%) destas ETEs inexistiam guarda-corpos em torno dos tanques de aeração (TABELA 9).

Não havendo guarda-corpos em volta destes tanques, na eventual queda de um operador em seu interior, sua morte se dará quase que instantaneamente, pois ele certamente será atingido pelas pás dos aeradores superficiais.

Se outros processos de aeração forem utilizados, ou se os aeradores superficiais não estiverem em atividades no momento da queda, há ainda o risco do operador afogar-se ou contaminar-se nos esgotos ou lodo.

3.4.1.8 Guarda-corpos/canais abertos no pátio da ETE

Nas 11 ETEs levantadas, verificou-se

que somente 5 possuíam canais abertos no seu pátio. Em 2 (40,00%) destas ETEs não havia guarda-corpos ao longo dos canais (TABELA 9).

Os operadores circulam, diuturnamente, pelo pátio da ETE, e, como é negligenciada a construção de passarelas por cima destes canais, ou o seu fechamento através de grelhas, normalmente, eles pulam por cima dos mesmos, expondo-se ao risco constante de queda em seu interior.

A situação é agravada ainda mais quando a vegetação cresce nas margens destes canais, camuflando as suas paredes. Se inexistirem os guarda-corpos, os operadores, ou mesmo visitantes, podem somente se darem conta da existência do perigo quando não houver mais condição de escapar dele.

3.4.1.9 Grelhas/grades simples

No levantamento efetuado nas 9 ETEs que possuíam grades simples, verificou-se que uma ETE não necessitava da instalação de grelhas sobre as aberturas no piso situadas próximas às grades simples, devido ao fato de já possuir guarda-corpos protegendo suficientemente tais locais.

Dentre as 8 ETEs levadas em consideração na pesquisa, 3 (37,50%) não possuíam grelhas sobre tais aberturas (TABELA 9).

Como nestas 3 ETEs, não havia, também, guarda-corpos em torno dessas aberturas no piso, os operadores estão expostos ao risco de queda no interior destas unidades da ETE.

3.4.1.10 Grelhas/grades mecanizadas

No levantamento efetuado nas 6 ETEs que possuíam grades mecanizadas, verificou-se que uma ETE não necessitava da instalação de grelhas sobre as aberturas no piso situadas próximas às grades mecanizadas, porque já tinha guarda-corpos que protegiam com eficácia tais locais.

Dentre as 5 ETEs levadas em consideração na pesquisa, 1 (20,00%) não possuía grelhas sobre tais aberturas (TABELA 9).

Como nesta ETE, não havia, também, guarda-corpos em torno dessas aberturas no piso, todos aqueles que se aproximarem destas unidades da ETE, estão expostos ao risco de queda no seu interior.

3.4.1.11 Tampas nos poços de visita/pátio da ETE

Nas 11 ETEs levantadas, verificou-se que apenas 1 (9,09%) não possuía todos os seus poços de visita devidamente tampados (TABELA 9).

As tampas dos poços de visita não devem ser retiradas, para propósitos de operação e manutenção, sem serem recolocadas, imediata-

mente.^{16, 26} Isto deve ser feito sempre que o trabalho for temporariamente interrompido²³, ou concluído.^{32, 36}

Por medida de segurança e, também, para facilitar a reposição, as tampas retiradas devem ficar nas proximidades do poço de visita.³², mas não tão próximas a ponto de colocar em risco aqueles que trabalham em seu interior.

Para que os poços de visita possam permanecer abertos durante um período mais prolongado, sinalização indicativa de perigo deve ser ali colocada, e, de preferência, devem ser instaladas proteções à sua volta, para evitar a queda dos operadores em seu interior.

Quanto à vegetação que cresce no pátio da ETE, esta deve ser mantida sempre aparada, para evitar que os poços de visita sejam por ela encobertos, tornando-os de difícil visualização para todos aqueles que transitam pelo interior da ETE.

3.4.2 Proteção dos Pisos Elevados

A TABELA 10 mostra o resultado do levantamento relativo às medidas preventivas adotadas para proteção dos pisos elevados existentes no interior das 11 ETEs pesquisadas.

TABELA 10 - MEDIDAS PREVENTIVAS PARA PROTEÇÃO DOS PISOS ELEVADOS, EM 11 ETES PESQUISADAS, 1978

MEDIDAS PREVENTIVAS PARA PROTEÇÃO DOS PISOS ELEVADOS.	SIM		NÃO		TOTAL	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
GUARDA-CORPOS						
digestores	6	60,00	4	40,00	10	100,00
gasômetros	1	50,00	1	50,00	2	100,00

3.4.2.1 Guarda-corpos/digestores

Nas 11 ETES levantadas, verificou-se que somente 10 possuíam digestores de lodo cobertos. Em 4 (40,00%) destas ETES não havia guarda-corpos no topo dos digestores de lodo (TABELA 10).

A inexistência de guarda-corpos, no topo dos digestores de lodo, expõe os operadores das ETES ao risco de queda, geralmente de grande altura, principalmente nos dias de chuva, ocasião em que a superfície da cobertura do digester torna-se bastante escorregadia.

3.4.2.2 Guarda-corpos/gasômetros

Nas 11 ETES levantadas, verificou-se que somente 2 possuíam gasômetros. Em 1 (50,00%) destas ETES, inexistiam guarda-corpos no topo do gasômetro (TABELA 10).

Por serem unidades semelhantes, quanto ao risco de queda de pisos elevados, os co

mentários feitos para os digestores são também válidos para os gasômetros.

3.4.3 Proteção das Escadas de Acesso

A TABELA 11 mostra o resultado do levantamento relativo às medidas preventivas adotadas para proteção das escadas de acesso existentes no interior das 11 ETEs pesquisadas.

TABELA 11 - MEDIDAS PREVENTIVAS PARA PROTEÇÃO DAS ESCADAS DE ACESSO, EM 11 ETEs PESQUISADAS, 1978

MEDIDAS PREVENTIVAS PARA PROTEÇÃO DAS ESCADAS DE ACESSO	SIM		NÃO		TOTAL	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
GUARDA-CORPOS						
grades simples	2	100,00	-	-	2	100,00
caixas de areia	4	100,00	-	-	4	100,00
elevatórias de esgotos	21	95,45	1	4,55	22	100,00
digestores de lodo	8	80,00	2	20,00	10	100,00
gasômetros	-	-	2	100,00	2	100,00

3.4.3.1 Guarda-corpos/grades simples

No levantamento efetuado nas 9 ETEs que possuíam grades simples, verificou-se que somente 2 tinham escadas de acesso a tais unidades. Nestas escadas, existiam guarda-corpos (TABELA 11).

3.4.3.2 Guarda-corpos/caixas de areia

No levantamento efetuado nas 8 ETEs que possuíam caixas de areia, verificou-se que apenas 4 tinham escadas de acesso a essas unidades. Nestas escadas, havia guarda-corpos (TABELA 11).

3.4.3.3 Guarda-corpos/elevatórias de esgotos

No levantamento efetuado nas 25 estações elevatórias de esgotos e/ou lodo, verificou-se que 2 situavam-se ao nível do solo, não possuindo escadas de acesso, e uma não necessitava da instalação de guarda-corpos na sua escada de acesso, devido à largura da escada ser suficiente para a passagem dos operadores, sem risco de queda.

Dentre as 22 elevatórias levadas em consideração nesta pesquisa, apenas 1 (4,55%) não possuía guarda-corpos na sua escada de acesso (TABELA 11).

Nesta elevatória, se o operador cair da escada, poderá ser colhido por partes móveis de motores e bombas, aumentando a gravidade do acidente.

Observou-se, também, que não são, comumente, instalados rodapés e varões intermediários como medida de segurança adicional aos guarda-corpos.

Os rodapés são importantes para evi-

tar que objetos possam ser chutados nas escadas e caiam sobre os operadores que estejam no piso inferior da elevatória. Também evitam a queda de pessoas, quando escorregam nas escadas, pois funcionam como um freio para os pés.

Os varões intermediários são necessários, também, para evitar a existência de um grande vão entre os guarda-corpos (corrimãos) e os rodapés (ou piso da escada, quando estes não existirem).

3.4.3.4 Guarda-corpos/digestores de lodo

No levantamento efetuado nas 10 ETEs que possuíam digestores de lodo cobertos, verificou-se que 2 (20,00%) não tinham guarda-corpos nas escadas de acesso ao seu topo (TABELA 11).

Como estas escadas eram verticais, e uma delas, inclusive, de grande altura, deveriam existir gaiolas de proteção em sua volta, ou, então, um outro tipo de escada mais segura deveria ser construído para substituir as existentes.

Esta última sugestão está, inclusive, endossando o que recomenda o P-NB-570², em seu item 5.10, o qual diz que "em qualquer unidade da ETE o acesso do operador deve ser fácil e adequadas as condições de segurança, ...

O acesso a qualquer unidade através de escadas tipo "marinheiro", não é permitido".

Quanto a esta última recomendação do Projeto de Norma acima citado, é importante que se diga que foi verificada no topo de um dos digestores a existência de uma escada construída através de grampos chumbados na estrutura, ou seja, de escada tipo "marinheiro". Ela servia para acesso ao topo do tanque de acumulação do lodo produzido no interior do digestor.

Em outras unidades da ETE, este tipo de acesso também é utilizado, principalmente em poços de visita, muitos deles bastante profundos.

3.4.3.5 Guarda-corpos/gasômetros

No levantamento efetuado nas 2 ETEs que possuíam gasômetros, verificou-se que nenhum deles tinha guarda-corpos nas escadas de acesso ao seu topo (TABELA 11).

As escadas dos gasômetros são fixas aos mesmos, e verticais. Como a altura dos gasômetros é variável, sendo função do volume de gás nele armazenado, não é possível a instalação de gaiolas de proteção em sua volta, a não ser bem próximo ao topo. Outros tipos de escadas mais seguras, para estas unidades da ETE, são também impraticáveis.

3.4.4 Proteção das Passarelas de Acesso

A TABELA 12 mostra o resultado do levantamento relativo às medidas preventivas adotadas, para proteção das passarelas de acesso existentes no interior das 11 ETEs pesquisadas.

TABELA 12 - MEDIDAS PREVENTIVAS PARA PROTEÇÃO DAS PASSARELAS DE ACESSO, EM 11 ETEs PESQUISADAS, 1978

MEDIDAS PREVENTIVAS PARA PROTEÇÃO DAS PASSARELAS DE ACESSO	SIM		NÃO		TOTAL	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
GUARDA-CORPOS						
caixas de areia	3	50,00	3	50,00	6	100,00
decantadores primários	9	90,00	1	10,00	10	100,00
decantadores secundários	7	87,50	1	12,50	8	100,00
digestores de lodo	7	87,50	1	12,50	8	100,00
tanques de aeração de lodo	1	20,00	4	80,00	5	100,00

3.4.4.1 Guarda-corpos/caixas de areia

No levantamento efetuado nas 8 ETEs que possuíam caixas de areia, verificou-se que 2 não necessitavam da instalação de guarda-corpos nas passarelas de acesso a essas unidades, pois a sua largura era suficiente para a passagem de um ou mais operadores, sem risco de queda no interior das caixas de areia. Além disso, o piso destas passarelas era de concreto, rugoso o bastante para evitar escorregões. Os rodapés, margeando tais passarelas, davam

ainda uma maior proteção, no evento de quedas dentro das passarelas.

Dentre as 6 ETEs levadas em consideração nesta pesquisa, 3 (50,00%) não tinham guarda-corpos nas passarelas de acesso às caixas de areia (TABELA 12).

Nestas ETEs, portanto, os operadores estão sempre correndo o risco de cair dentro destas unidades.

3.4.4.2 Guarda-corpos/decantadores primários

No levantamento efetuado nas 10 ETEs que possuíam decantadores primários, verificou-se que 1 (10,00%) não tinha guarda-corpos nas passarelas de acesso ao interior destas unidades de tratamento (TABELA 12).

Observou-se nesta ETE, que a largura de suas passarelas não oferecia a devida segurança aos operadores que nelas circulavam para a efetuação de tarefas tais como: coleta de amostras; limpeza de vertedores e paredes do tanque; manobras de registros e comportas; e outras atividades.

Nas passarelas dos decantadores, devem existir corrimãos em ambos os lados para evitar a possibilidade de uma queda em seu interior, caso o operador tropece ou escorregue ao caminhar sobre as mesmas.⁴⁹

3.4.4.3 Guarda-corpos/decantadores secundários

No levantamento efetuado nas 9 ETEs que possuíam decantadores secundários, verificou-se que uma não tinha passarelas de acesso ao interior destas unidades.

Dentre as 8 ETEs levadas em consideração nesta pesquisa, apenas 1 (12,50%) não possuía guarda-corpos nas passarelas de acesso ao interior dos decantadores secundários (TABELA 12).

Como o risco é idêntico ao existente nos decantadores primários, os comentários feitos no item anterior se prestam, também, para as passarelas dos decantadores secundários.

3.4.4.4 Guarda-corpos/digestores de lodo

No levantamento, efetuado nas 10 ETEs que possuíam digestores de lodo cobertos, verificou-se que uma não possuía passarelas interligando o topo de seus digestores (pois só tinha um digestor de lodo); e uma não necessitava de guarda-corpos nas passarelas que interligam os digestores de lodo, devido a esta passarela ser o teto do edifício da sala de comando das bombas de recirculação de lodo dos digestores, o qual é bastantes largo e plano, dispensando a instalação de guarda-corpos.

Dentre as 8 ETEs, levadas em consideração nesta pesquisa, apenas 1 (12,50%) não pos

suia guarda-corpos nas passarelas que interligam os digestores de lodo (TABELA 12).

Devido ao fato de alguns digestores serem bastante altos, as passarelas que os interligam devem possuir guarda-corpos para evitar possíveis quedas de operadores e visitantes.

Seria importante, também, que existissem rodapês e varões intermediários para complementar a proteção dada pelo guarda-corpo, pois o piso dessas passarelas, de madrugada, e em dias de chuva, está sempre escorregadio.

3.4.4.5 Guarda-corpos/tanques de aeração de lodo

No levantamento efetuado nas 5 ETES que possuíam tanques de aeração de lodo, verificou-se que 4 (80,00%) não tinham guarda-corpos em ambos os lados das passarelas de acesso ao interior destas unidades (TABELA 12).

O guarda-corpo, em apenas um lado da passarela, não assegura a devida proteção aos operadores, pois o outro lado fica desprotegido.

Além disso, o risco de queda no interior destes tanques se agrava nas posições coincidentes com os motores que acionam os aeradores superficiais, porquanto estes motores ocupam parte do espaço da passarela.

Em alguns tanques de aeração de lodo,

a passarela é também tomada pelos eixos de interligação entre motores, reduzindo, ainda mais, a sua largura útil.

3.4.5 Proteção Contra Quedas no Interior de Tanques

Para evitar a queda no interior de tanques, as medidas de proteção a serem adotadas foram mostradas nos itens relativos à proteção das aberturas no piso (3.4.1.) e proteção das passarelas de acesso (3.4.4.). Para evitar repetição de dados, serão aqui omitidas.

Existem, ainda, algumas medidas preventivas que devem ser adotadas para socorro dos operadores, no caso de quedas no interior de tanques.

A TABELA 13 mostra o resultado do levantamento relativo a essas medidas, em 11 ETES levantadas.

TABELA 13 - MEDIDAS PREVENTIVAS PARA SOCORRO DOS OPERADORES, NO CASO DE QUEDAS NO INTERIOR DE TANQUES, EM 11 ETES PESQUISADAS, 1978.

MEDIDAS PREVENTIVAS PARA SOCORRO DOS OPERADORES NO CASO DE QUEDAS NO INTERIOR DE TANQUES	SIM		NÃO		TOTAL	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
BÓIAS SALVA-VIDAS NAS PASSARELAS DE ACESSO						
decantadores primários	-	-	10	100,00	10	100,00
decantadores secundários	-	-	9	100,00	9	100,00
tanques de aeração de lodo	-	-	5	100,00	5	100,00

3.4.5.1 Bóias salva-vidas/decantadores primários

No levantamento efetuado nas 10 ETES que possuíam decantadores primários, verificou-se que em nenhuma delas existiam bóias salva-vidas nas passarelas de acesso ao interior destas unidades de tratamento (TABELA 13).

Constatou-se, ainda, a inexistência desses equipamentos de socorro nas proximidades destes tanques.

A instalação de equipamentos de socorro, o mais próximo possível das passarelas dos tanques de decantação, se faz necessária, devido ao fato dos operadores estarem sujeitos a afogarem-se, se caírem em seu interior.

Além disso, não se pode garantir que todos os operadores saibam nadar, e, mesmo que o saibam, não se pode ter certeza de que teriam condições de fazê-lo, no interior destes tanques, bastante profundos e imundos.

As bóias salva-vidas devem estar presas a cordas de cerca de 12 metros de comprimento, para facilitar ainda mais o resgate da vítima. Um gancho de salvamento pode ser também necessário para o recolhimento da bóia.³²

Estes equipamentos devem ser colocados em locais bem visíveis e de fácil acesso.^{10, 16}

3.4.5.2 Bóias salva-vidas/decantadores secundários

No levantamento, efetuado nas 9 ETES

que possuíam decantadores secundários, verificou-se que em nenhuma delas (identicamente ao observado nos decantadores primários) existiam bóias salva-vidas em suas passarelas de acesso ao interior destas unidades (TABELA 13).

Os comentários feitos no item anterior são também válidos para este, por motivos já antes explicados.

3.4.5.3 Bóias salva-vidas/tanques de aeração de lodo

No levantamento, efetuado nas 5 ETES que possuíam tanques de aeração de lodo, verificou-se que inexístiam bóias salva-vidas nas passarelas de acesso ao interior destas unidades. (TABELA 13).

O que faz diferir um tanque de aeração de lodo de um decantador, no que se refere ao risco de queda em seu interior, é a presença dos mecanismos de aeração.

Quando estes mecanismos não estão funcionando, os riscos são idênticos aos já apontados para os decantadores primários e secundários, sendo também válidas as recomendações feitas a seu respeito.

Entretanto, quando a aeração do lodo está sendo processada, o risco é bem maior, pois as pás mecânicas podem mutilar o operador que cair dentro dos tanques de aeração.

Nesta situação particular, as bóias

salva-vidas e os ganchos de salvamento pouca ou nenhuma utilidade terão, pois a tendência é de que o operador seja sugado para junto das pás dos aeradores.

A providência mais cabível, nesta indesejável situação, é o desligamento imediato dos motores que acionam os aeradores, para, somente então, poderem ser providenciadas as operações de salvamento. Mesmo assim, como a parada não é imediata, pode não haver mais tempo para socorro do acidentado.

3.4.6 Proteção Contra Incêndios e/ou Explosões

A TABELA 14 mostra o resultado do levantamento relativo às medidas preventivas adotadas para evitar a ocorrência de incêndios e/ou explosões, no interior das 11 ETEs pesquisadas.

TABELA 14 - MEDIDAS PREVENTIVAS PARA EVITAR A OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS E/OU EXPLOSÕES, EM 11 ETEs PESQUISADAS, 1978.

MEDIDAS PREVENTIVAS PARA EVITAR A OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS E/OU EXPLOSÕES	SIM		NÃO		TOTAL	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS À PROVA DE EXPLOÇÃO						
elevatórias de esgotos	8	32,00	17	68,00	25	100,00
EXTINTORES DE INCÊNDIO						
elevatórias de esgotos	11	44,00	14	56,00	25	100,00
digestores de lodo	-	-	10	100,00	10	100,00
queimadores de gás	1	25,00	3	75,00	4	100,00
gasômetros	-	-	2	100,00	2	100,00
HIDRANTES	6	54,55	5	45,45	11	100,00
AVISOS DE "PROIBIDO FUMAR"						
digestores de lodo	3	30,00	7	70,00	10	100,00
gasômetros	1	50,00	1	50,00	2	100,00
VÁLVULAS CORTA-CHAMAS E DE ALÍVIO DE PRESSÃO	4	100,00	-	-	4	100,00
AFASTAMENTO DOS QUEIMADORES DE GÁS	3	75,00	1	25,00	4	100,00

3.4.6.1 Instalações elétricas à prova de explosão/elevatórias de esgotos

No levantamento, efetuado em 25 estações elevatórias de esgotos e/ou lodo, verificou-se que 17 (68,00%) não possuíam iluminação à prova de explosão no seu interior (TABELA 14).

As estações elevatórias de esgotos e/ou lodo são unidades que se situam, geralmente, abaixo do nível do solo, pouco ventiladas, podendo, nelas, existir gases inflamáveis ou explosivos, provenientes dos esgotos⁴⁰ ou do lodo em decomposição.

Estes gases, após acumularem-se nos poços de sucção das bombas (poços úmidos), podem ter acesso às casas de bombas (poços secos), através das portas que interligam tais unidades; por aberturas e frestas, existentes no seu piso e em suas paredes; ou pelas juntas das canalizações que encaminham o esgoto ou lodo succionado dos poços úmidos para os poços secos.

Caso estes gases alcancem, no interior dos poços secos, concentrações superiores a 60% do seu limite inferior de explosividade, significará a existência de um risco potencial de incêndio ou explosão dentro desta unidade da ETE.

Entretanto, para que ocorra tal sinistro, há necessidade, ainda, da presença de quan

tidade suficiente de oxigênio no ar, para manter a combustão, e de uma fonte de ignição que forneça calor suficiente para dar início à queima dos gases.

O oxigênio, normalmente, existe nestes ambientes, pois sempre há penetração de ar, principalmente através das portas de acesso ao pátio da ETE, bem como por outras aberturas.

Partindo-se deste raciocínio, pode-se concluir que, caso exista uma fonte de ignição para os gases, eles se queimarão ou explodirão.

Esta fonte de ignição pode ser o fio incandescente de uma lâmpada que se quebre; uma faísca gerada pelo acionamento de uma chave elétrica ou de um interruptor; um arco elétrico causado por um curto-circuito; uma faísca gerada pelo atrito de partes móveis de motores, bombas, engrenagens e eixos de transmissão; e por muitas outras fontes, de origem elétrica, ou não.

Com base no que foi dito acima, é recomendável que, no interior das elevatórias de esgotos, os motores⁷ e demais equipamentos elétricos, sejam à prova de explosão; as instalações elétricas sejam blindadas⁴⁰; os fios elétricos sejam isolados de forma adequada¹⁶ e segura; e, ainda, que sejam proibidas instalações elétricas com fios nus.³²

A iluminação, os fios elétricos, os interruptores e outros equipamentos elétricos devem ser especificados à prova de explosão, em todos os locais onde possam existir atmosferas potencialmente explosivas de gases ou vapores inflamáveis.^{28, 36} Isto, inclusive, é o que determina o P-NB-570², no seu item 5.11., o qual diz que "nos casos em que ocorrerem condições favoráveis ao desprendimento de gases, devem ser previstas instalações elétricas à prova de explosão..."

Entretanto, sempre que possível, devem ser utilizadas instalações elétricas, à prova de explosão, mesmo em locais não especificados e exigidos pelas Normas.⁷

3.4.6.2 Extintores de incêndio/elevatórias de esgotos

No levantamento, efetuado em 25 estações elevatórias de esgotos e/ou lodo, verificou-se que 14 (56,00%) não possuíam nenhum extintor de incêndio, localizado no interior, ou nas proximidades destas unidades (TABELA 14).

No item anterior, foi mencionada a possibilidade de existência de gases inflamáveis e explosivos, em condições de entrarem em ignição, caso fontes, de origem elétrica, ou não, fornecessem o calor necessário para a sua queima ou explosão.

Mesmo que todas as providências sejam tomadas para evitar possíveis acidentes, de origem elétrica, não se pode ter garantias de que tais dispositivos não possam falhar em um determinado momento. Além disso, falhas humanas podem concorrer para a ignição dos gases presentes nas elevatórias de esgotos, ao serem consertados equipamentos elétricos, em operações de soldagem de peças, ou mesmo, por um riscar de fósforos para acender um cigarro.

Por este motivo, é recomendável a existência de extintores de incêndio no interior destas unidades da ETE. Eles devem ser instalados em locais de fácil visualização, devendo, também, estar em perfeitas condições de uso.³⁴

3.4.6.3 Extintores de incêndio/digestores de lodo

No levantamento, efetuado nas 10 ETEs que possuíam digestores de lodo cobertos, verificou-se que, em nenhuma delas, existiam extintores de incêndio no seu topo (TABELA 14).

É importante que exista, pelo menos, um extintor de incêndio no topo de um dos digestores de cada ETE, pois não há tempo para alguém descer com o objetivo de buscar um extintor, e, depois, retornar para prestar um possível socorro a um colega que tenha sido envolvido pelo fogo. Estas unidades são, em

muitas ETEs, bastante altas, o que dificulta e prolonga, ainda mais, o tempo para socorro do acidentado.

Este extintor serve, somente, para combate a princípios de incêndio, mas não tem capacidade para apagar o fogo proveniente do interior dos digestores, porque as labaredas saem a uma alta pressão, não permitindo, inclusive, a sua aproximação do foco do incêndio.

A extinção do incêndio, no interior do digestor, somente será conseguida se houver uma pessoa capaz de fechar, imediatamente, a escotilha em que se processa a queima do gás. Se isto não for feito, uma séria explosão poderá ocorrer no tanque de digestão de lodo, e o fogo terá possibilidade de se alastrar por toda a ETE.

3.4.6.4 Extintores de incêndio/queimadores de gás

Nas 11 ETEs levantadas, verificou-se que apenas 6 possuíam queimadores de gás do lodo. Entretanto, 2 destas ETEs estavam com os seus queimadores de gás desativados, na ocasão do levantamento.

Dentre as 4 ETEs levadas em consideração nesta pesquisa, 3 (75,00%) não tinham extintores de incêndio nas proximidades destas unidades (TABELA 14).

Os extintores de incêndio devem ser co

locados próximos aos queimadores de gás, para combater princípios de incêndio causados por suas chamas, quando as mesmas atingem árvores próximas, outras unidades da ETE, ou, até mesmo, pessoas e veículos.

Logicamente, estes incêndios terão maior probabilidade de ocorrer se os queimadores de gás forem de baixa altura, ou quando a altura da chama estiver desregulada (para mais) e o vento a lançar a longa distância.

3.4.6.5 Extintores de incêndio/gasômetros

No levantamento, efetuado nas 2 ETEs que possuíam gasômetros, verificou-se que, em nenhuma delas, existiam extintores de incêndio nas proximidades destas unidades (TABELA 14).

Devido ao grande volume de gás acumulado nos gasômetros, caso os gases ali armazenados entrem em ignição, haverá um sério risco de explosão.

Mesmo sendo de reduzida capacidade, sem condições, portanto, para combater um incêndio deste tipo (de grandes proporções), extintores de incêndio portáteis devem ser colocados próximos a estas unidades, para combater a princípios de incêndio que possam ocorrer nas suas imediações. Sua função, portanto, é evitar que o fogo chegue até o gasômetro.

3.4.6.6 Hidrantes/pátio da ETE

Nas 11 ETEs levantadas, verificou-se que 5 (45,45%) não possuíam hidrantes no interior ou nas proximidades da ETE (TABELA 14).

Nestas ETEs, no caso de ocorrência de um incêndio ou explosão de grandes proporções, não há meios para combate ao fogo, pois extintores portáteis não se prestam para tais atividades.

Principalmente, nas grandes ETEs, há necessidade da existência de mangueiras de incêndio, alimentadas por um sistema de abastecimento que possua suficiente quantidade de água e adequada pressão na rede.¹⁶

3.4.6.7 Avisos de "proibido fumar"/digestores de lodo

No levantamento, efetuado nas 10 ETEs que possuíam digestores de lodo cobertos, verificou-se que 7 (70,00%) não tinham avisos de "proibido fumar" no seu topo, nem nas escadas de acesso a estas unidades (TABELA 14).

Nas outras 3 ETEs, observou-se que 2 não possuíam avisos de "proibido fumar" nas escadas de acesso, mas os possuíam no seu topo; e, uma, tinha tais avisos, em ambos os locais.

Os operadores das ETEs necessitam visualizar, já nas escadas de acesso, o risco

potencial de incêndio ou explosão, que representa o hábito de fumar, principalmente, no topo dos digestores de lodo.

Por analogia, esses avisos lembrarão aos descuidados e aos mal informados o perigo da existência de qualquer chama aberta, nas proximidades de tais unidades. Isto evitará que ali se usem equipamentos de soldagem, lâmpadas incandescentes sem proteção; ferramentas que não sejam anti-faísca; ou, quaisquer outros materiais capazes de gerar calor ou faísca.

O ideal, entretanto, é que, ao ser projetada a ETE, seja reservada uma área controlada para os digestores. Dentro da mesma, deve ser proibido fumar.^{19, 36}

Os operadores também devem ser instruídos para deixarem cigarros, fósforos e isqueiros em seus armários, principalmente quando forem efetuar a limpeza do interior dos digestores de lodo.¹⁵

3.4.6.8 Avisos de "proibido fumar"/ gasômetros

No levantamento, efetuado nas 2 ETEs que possuíam gasômetros, verificou-se que 1 (50,00%) não tinha avisos de "proibido fumar", nas proximidades, nas escadas de acesso, nem no topo dessas unidades (TABELA 14).

A outra ETE tinha somente um aviso,

na base do gasômetro, facilmente visível, mas não situado próximo à escada de acesso, o que seria desejável.

Os gasômetros, sendo as unidades armazenadoras dos gases produzidos no interior dos digestores de lodo, inspiram cuidados ainda maiores do que os citados para os mesmos. Por este motivo, também devem ser colocados, nas suas proximidades, avisos de "proibido fumar" ou de "perigo-gás", não podendo ser permitidas, na sua vizinhança, chamas abertas, de qualquer tipo.⁴⁰

3.4.6.9 Válvulas corta-chamas e válvulas de alívio de pressão/digestores/queimadores de gás

No levantamento, efetuado nas 4 ETES que possuíam queimadores de gás interligados aos digestores de lodo por meio de canalizações de gás, verificou-se que em todas canalizações existiam válvulas corta-chamas e válvulas de alívio de pressão (TABELA 14).

O P-NB-570², no seu item 6.7.6.17, estabelece que "as canalizações de gás devem ser protegidas contra sobrepressão, subpressão (vácuo), e condensação de umidade, devendo ser munidas de medidores de gás e de válvulas corta-chamas".

Sob o aspecto de segurança, a proteção contra sobrepressão, nas canalizações de gás, deve ser feita através de válvulas de

alívio de pressão; contra subpressão (vácuo), por válvulas quebradoras de vácuo, instaladas no topo dos digestores de lodo e/ou gasômetros; e contra condensação de umidade, através de válvulas de condensados, as quais eliminam a água que se forma no interior das canalizações de gás.

O controle da vazão e pressão do gás no interior das canalizações é feito, respectivamente, por medidores de vazão e de pressão (manômetros), com a finalidade principal de detetar vazamentos no sistema e acusar sobrepensões na rede.

Para evitar que as chamas dos queimadores de gás, no evento de uma falha no sistema de retenção, alcancem os gasômetros ou, então, os digestores de lodo, é necessária a instalação de válvulas corta-chamas nestas redes, isolando tais sistemas.

Dentre os dispositivos de segurança ora citados, indispensáveis são as válvulas de alívio de pressão e as válvulas corta-chamas. Os demais, são dispositivos também desejáveis, para a segurança do sistema.

A instalação das válvulas corta-chamas deve ser feita o mais próximo possível do foco das chamas (queimadores de gás); e, a das válvulas de alívio de pressão deve, também, se aproximar o máximo possível da fonte de produção de gás (digestor).²⁵

É importante, ainda, que outros dispositivos adicionais sejam incluídos nas canalizações de gás (reguladores de pressão, válvulas de segurança contra explosões, retentores de chamas, válvulas de retenção e outros).³

3.4.6.10 Afastamento dos queimadores de gás

No levantamento, efetuado nas 4 ETEs que possuíam queimadores de gás em atividade, na ocasião da pesquisa, verificou-se que 1 (25,00%) tinha esta unidade situada junto a uma edificação, onde funcionavam o setor de administração e o laboratório da ETE (TABELA 14).

Havia, também, próximo ao queimador de gás, uma árvore, a qual corria o risco de ser atingida pelas suas chamas.

Nas demais ETEs, os queimadores de gás estavam localizados a uma distância segura de quaisquer unidades ou edifícios da ETE, inexistindo, inclusive, vegetação nas suas proximidades.

A distância horizontal recomendada é a estabelecida pelo P-NB-570², no seu item 6.7.6.18., o qual diz que "os queimadores de gás serão instalados a uma distância mínima de 20 metros de qualquer unidade ou edifício da Estação, ..."

Há necessidade, ainda, de que os queimadores de gás tenham uma altura suficiente pa

ra assegurar a proteção dos operadores e da própria estrutura sobre a qual se apoiam.²⁵

3.4.7 Proteção de Partes Móveis

A TABELA 15 mostra o resultado do levantamento relativo às medidas preventivas adotadas para evitar a ocorrência de acidentes com partes móveis de máquinas e equipamentos, no interior das 11 ETEs pesquisadas.

TABELA 15 - MEDIDAS PREVENTIVAS, PARA EVITAR A OCORRÊNCIA DE ACIDENTES COM PARTES MÓVEIS DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS, EM 11 ETEs PESQUISADAS, 1978.

MEDIDAS PREVENTIVAS PARA EVITAR A OCORRÊNCIA DE ACIDENTES COM PARTES MÓVEIS	SIM		NÃO		TOTAL	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
PROTEÇÃO DE PARTES MÓVEIS .						
grades mecanizadas	6	100,00	-	-	6	100,00
caixas de areia	3	60,00	2	40,00	5	100,00
elevatórias de esgotos	12	48,00	13	52,00	25	100,00
tanques de aeração de lodo	1	50,00	1	50,00	2	100,00

3.4.7.1 Grades mecanizadas

No levantamento, efetuado nas 6 ETEs que possuíam grades mecanizadas, verificou-se que todas tinham guarda-corpos ou guardas de proteção, instalados de tal forma a evitar que os operadores entrem em contacto com as correntes que dão movimento aos rastelos

ou com as rodas dentadas que acionam estas correntes (TABELA 15).

3.4.7.2 Caixas de areia

No levantamento, efetuado nas 8 ETES que possuíam caixas de areia, verificou-se que apenas 5 destas unidades tinham dispositivos de limpeza mecanizados. Destas, 2 (40,00%) apresentavam alguns de seus componentes móveis, sem proteção, com risco de acidente para os operadores (TABELA 15).

Isto não está de acordo com o que estabelece a NR 12³⁷, no seu item 12.3.1., o qual diz que "as máquinas e equipamentos deverão ter as suas transmissões de força enclausuradas dentro de sua estrutura, ou devidamente protegidas".

3.4.7.3 Estações elevatórias de esgotos

No levantamento, efetuado nas 25 estações elevatórias de esgotos e/ou lodos, verificou-se que 13 (52,00%) não possuíam guardas de proteção junto a mecanismos tais como polias, correias, engrenagens e eixos de transmissão (TABELA 15).

A proteção das partes móveis expostas dos motores e bombas é de fundamental importância para a prevenção de acidentes no interior das elevatórias de esgotos, isto porque, em decorrência do reduzido espaço de que dispõem tais

unidades, há necessidade, geralmente, da instalação destes mecanismos, de recalque, bem próximos uns aos outros.

Não havendo espaço suficiente para a circulação dos operadores por entre os motores e bombas, eles costumam utilizar passagens perigosas sobre canalizações, eixos de transmissão, e, até mesmo, sobre o corpo dos motores e bombas.

Por este motivo, para evitar que tais mecanismos provoquem acidentes, geralmente graves, é necessária a instalação de guardas de proteção.^{16, 34}

3.4.7.4 Tanques de aeração de lodo

No levantamento, efetuado nas 5 ETEs que possuíam tanques de aeração de lodo, verificou-se que somente 2 tinham eixos de acoplamento entre os motores que acionam os aeradores, os quais localizam-se ao longo das passarelas destas unidades.

Dentre as 2 ETEs levadas em consideração nesta pesquisa, observou-se que 1 (50,00%) não possuía guardas de proteção em torno destes eixos, expondo os operadores ao risco de contato com as suas partes móveis (TABELA 15).

Além de poderem ferir, diretamente, os operadores, tais eixos, por tomarem parte do espaço destinado à sua passagem pelas passare

las, principalmente quando em movimento, podem ser causadores de sua queda no interior desses tanques.

3.5 ATIVIDADES DO SERVIÇO ESPECIALIZADO EM SEGURANÇA E EM MEDICINA DO TRABALHO - SESMT

A TABELA 16 mostra o resultado do levantamento relativo às atividades desenvolvidas, no interior das Estações de Tratamento de Esgotos, pelo Serviço Especializado em Segurança e em Medicina do Trabalho das Companhias de Saneamento, as quais pertencem as 11 ETEs pesquisadas.

TABELA 16 - ATIVIDADES DO SERVIÇO ESPECIALIZADO EM SEGURANÇA E EM MEDICINA DO TRABALHO - SESMT - EM 11 ETEs PESQUISADAS, 1978.

ATIVIDADES DO SESMT	SIM		NÃO		TOTAL	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
PRESTAÇÃO DE SOCORRO AOS ACIDENTADOS						
postos de socorro de urgência	-	-	11	100,00	11	100,00
caixas de primeiros socorros	2	18,18	9	81,82	11	100,00
treinamento dos operadores	5	45,45	6	54,55	11	100,00
VACINAÇÃO DOS OPERADORES						
tétano	5	45,45	6	54,55	11	100,00
febre tifóide	2	18,18	9	81,82	11	100,00
EXAMES MÉDICOS NOS OPERADORES						
pré-admissionais	11	100,00	-	-	11	100,00
periódicos	11	100,00	-	-	11	100,00
PROGRAMAS ESPECÍFICOS DE SEGURANÇA DO TRABALHO						
	-	-	11	100,00	11	100,00

3.5.1 Prestação de Socorro aos Acidentados

A NR 4³⁷, no seu item 4.14.k., diz que compete ao Setor de Medicina do Trabalho o "estabelecimento de medidas para o pronto atendimento dos acidentados e das emergências médicas, e promoção de treinamento em Primeiros Socorros dentro da Empresa".

A NR 7³⁷, no seu item 7.5., reforça ainda mais a Norma anterior, quando diz que "todo estabelecimento deve estar equipado com material necessário à prestação de primeiros socorros".

Para verificar se as Normas acima estão sendo cumpridas, no interior das ETEs, foi feito um levantamento, buscando dados relativos à existência de postos de socorro de urgência e de caixas de primeiros socorros no interior das mesmas, e, ainda, de operadores treinados em primeiros socorros.

Os resultados desta pesquisa são dados a seguir.

3.5.1.1 Postos de socorro de urgência

Nas 11 ETEs levantadas, verificou-se que inexistiam Postos de Socorro de Urgência em seu interior (TABELA 16).

Entretanto, foi observado que o atendimento dos acidentados era feito em hospitais próximos (10 a 15 minutos de carro, em média).

Em todas as Companhias de Saneamento incluídas na pesquisa, existia um Setor de Medicina do Trabalho que prestava seus serviços a todos os funcionários da Empresa.

A comunicação dos acidentes era feita através de telefones, ou por meio de rádio-transmissores instalados na própria ETE.

3.5.1.2 Caixas de primeiros socorros

Nas 11 ETEs levantadas, verificou-se que 9 (81,82%) não possuíam caixas de primeiros socorros no seu interior (TABELA 16).

Nestas ETEs não está havendo o uso adequado e imediato dos materiais de primeiros socorros, cujo benefício principal é o de evitar que a infecção se desenvolva, principalmente nos acidentes leves.¹⁶

As caixas de primeiros socorros devem ser instaladas em locais de fácil acesso para os operadores.¹⁹

3.5.1.3 Treinamento em primeiros socorros

Nas 11 ETEs levantadas, verificou-se que 6 (54,55%) não possuíam nenhum de seus operadores treinados em primeiros socorros (TABELA 16).

Nestas ETEs, caso um acidente ocorra com um de seus operadores, este elemento ficará a mercê de um pronto atendimento por

pe~~s~~soal ~~d~~espreparado, o que pode agravar ainda mais a sua situação.

É necessário, portanto, que os seus operadores tenham um treinamento sobre primeiros socorros ^{6, 16} e que se familiarizem com os métodos de salvamento¹⁸ e de respiração artificial.^{19, 29}

A técnica de massagem cardíaca externa também deve ser ensinada aos operadores, principalmente para atendimento de casos de afogamento ou de choques elétricos.

3.5.2 Vacinação dos Operadores

A NR 4³⁷, no seu ítem 4.14.i., diz que compete ao Setor de Medicina do Trabalho a "promoção de medidas profiláticas como vacinação e outras".

Com o objetivo de verificar se a Norma acima vem sendo cumprida, no interior das ETEs pesquisadas, procurou-se levantar dados relativos à vacinação dos operadores contra tétano e febre tifóide, visto ser recomendado que o pessoal, lotado nos serviços de águas residuárias, seja vacinado contra estas duas doenças.^{11, 14, 23}

3.5.2.1 Vacinação contra tétano

Nas 11 ETEs levantadas, verificou-se que 6 (54,55%) não possuíam uma programação

definida, no sentido de vacinar todos os seus operadores contra tétano (TABELA 16).

Por se tratar de uma doença bastante perigosa, que pode ser causada por materiais infectados pelo esgoto, deveria ser exigida, nestas ETEs, a vacinação de todos os seus operadores.

3.5.2.2 Vacinação contra febre tifóide

Nas 11 ETEs levantadas, verificou-se que 9 (81,82%) não possuíam uma programação de finida, no sentido de vacinar todos os seus operadores contra febre tifóide (TABELA 16).

Como se trata de um ambiente onde há dificuldade para a manutenção de boas condições sanitárias, e, ainda, devido à natureza do trabalho desenvolvido pelos operadores de ETEs, esta vacina deveria ser obrigatória para os mesmos, pois estão expostos à infecção.

3.5.3 Exames Médicos nos Operadores

Todos os operadores, segundo informações prestadas pelo SESMT das Companhias de Saneamento, às quais pertencem as 11 ETEs levantadas, são submetidos a exames médicos pré-admissionais e periódicos, de rotina (TABELA 16).

É importante que se diga que o exame médico pré-admissional indica se um indivíduo tem

condições para exercer determinadas funções.¹⁷

Quanto aos exames periódicos, feitos anualmente pelas Companhias de Saneamento, há necessidade de ser discutido algo a seu respeito, pois o item 7.3. da NR 7³⁷ diz que o "exame médico será renovado, semestralmente, nas atividades e operações insalubres..."

Mesmo que as NRs³⁷ não cite as Estações de Tratamento de Esgotos como atividades e operações que envolvem agentes biológicos, cuja insalubridade é caracterizada pela avaliação qualitativa, algumas ETEs pagam o adicional de insalubridade a seus operadores, o que significa que, acertadamente, já reconheceram o risco a que estão expostos..

Entretanto, o que não tem sido feito, é o exame semestral, ao invés de anualmente, conforme estabelece a NR anteriormente citada.

Neste levantamento foi observado, também, que inexistem pesquisas no sentido de identificar as doenças específicas da função de operador de ETEs, trabalho este que poderia ser desenvolvido pelos SESMT.

3.5.4 Programas Específicos de Segurança do Trabalho

Nas 11 ETEs levantadas, verificou-se

que inexistia, em todas elas, um Programa Específico de Segurança do Trabalho, para operação de Estações de Tratamento de Esgotos (TABELA 16).

Observou-se, ainda, que os operadores não recebiam um treinamento específico, no que se relaciona com a prevenção de acidentes do trabalho, em ETEs.

Em algumas ETEs de maiores recursos, notou-se que as Companhias de Saneamento lhes forneciam instruções gerais de segurança. Entretanto, nestas instruções não estavam incluídos assuntos relacionados com as atividades desenvolvidas no interior das Estações de Tratamento de Esgotos.

Deveria existir um programa de treinamento para operadores de ETEs, a nível nacional, e a literatura sobre o assunto poderia ser produzida e distribuída para as ETEs, grátis, ou a baixo custo.⁶

A Administração da ETE deveria promover o treinamento de seus operadores, com recursos próprios, no horário de serviço.

Treinamentos especiais, de apoio, utilizando filmes ou slides relativos à entrada segura em bueiros e digestores, e manuais específicos sobre segurança na operação de ETEs, também devem fazer parte dos Programas Específicos de Segurança para Estações de Tratamento de Esgotos.⁶

Finalizando, temos a dizer que, os SESMTs das Companhias de Saneamento, às quais pertencem as 11 ETEs pesquisadas, deveriam cumprir o estabelecido pela NR 4³⁷, no seu item 4.12., o qual diz que cabe ao Setor de Segurança do Trabalho, dentro dos limites de competência de cada profissional especializado da respectiva área a "promoção, em articulação com o órgão de treinamento de pessoal e com os órgãos envolvidos, da elaboração de programas de treinamento geral e específico de segurança do trabalho".

3.6 SEGURANÇA PATRIMONIAL

Nas 11 ETEs levantadas, verificou-se que 2 (18,18%) não possuíam um sistema de vigilância, na entrada da ETE, para evitar a penetração de pessoas estranhas ao ambiente de trabalho (TABELA 17).

TABELA 17 - ATIVIDADES DO SERVIÇO DE SEGURANÇA PATRIMONIAL DA COMPANHIA DE SANEAMENTO, EM 11 ETEs PESQUISADAS, 1978

ATIVIDADES DO SERVIÇO DE SEGURANÇA PATRIMONIAL	SIM		NÃO		TOTAL	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Vigias ou guardas de segurança	9	81,82	2	18,18	11	100,00

Inexistindo vigias ou guardas de segurança no interior da ETE, terão acesso, sem controle: funcionários do serviço de abastecimento d'água, de energia elétrica e de gás; pessoal encarregado da manutenção elétrica e mecânica dos equipamentos da ETE; vendedores; carteiros; visitantes; estudantes e outros.⁴²

O maior perigo, entretanto, reside na possibilidade de penetração de crianças que moram na periferia da ETE. Estas, costumam pular por cima dos muros ou ultrapassar as cercas que limitam a ETE (quando existem), indo para o seu interior, com a finalidade de buscar ou até mesmo jogar bola; soltar pipas; ou brincar.

A vigilância destes ambientes é, portanto, de fundamental importância para que não ocorram acidentes com pessoas que desconhecem os perigos existentes no interior das diversas unidades da ETE.

Os encarregados da vigilância devem encaminhar qualquer visitante à presença de um dos operadores, para que seja por ele acompanhado, principalmente quando este desejar percorrer a área interna da ETE.

3.7 AVALIAÇÃO DO AMBIENTE DE TRABALHO NAS ETEs

Suspeitou-se, durante a efetuação da pesquisa, de que a iluminação existente em algumas ETEs poderia ser deficiente, à noite, não possuindo um iluminamento geral

conforme determina a NR 15³⁷, no seu Anexo nº 4, que trata dos níveis mínimos de iluminação, em lux, por tipos de atividade, o qual estabelece que as Estações de Tratamento de Esgotos devem possuir um iluminação geral de 150 lux; de que o ruído, de alguns de seus equipamentos, poderia estar excedendo os Limites de Tolerância estabelecidos pela NR 15³⁷, no seu Anexo nº 1 que fixa em 85 dB(A) a máxima exposição diária permissível para 8 horas de trabalho; de que havia possibilidade de existência de gases e vapores inflamáveis ou explosivos, em mistura com o ar ambiente, em condições de explosividade, principalmente em locais confinados; e, ainda, de que os níveis de concentração do gás sulfídrico poderiam, também, em locais confinados, exceder os Limites de Tolerância estabelecidos pelo Quadro 1 da NR 15³⁷, no seu Anexo nº 11, o qual estipula em 8 ppm a máxima concentração permitida para uma jornada de trabalho de até 48 horas por semana, inclusive.

Foi feito, então, um levantamento visando a determinar os níveis de iluminação, à noite; os níveis de ruído; os níveis de explosividade; e os níveis de concentração do gás sulfídrico, nas ETEs onde houve possibilidade de coletar tais dados..

3.7.1 Níveis de Iluminação

Nas 11 ETEs incluídas na pesquisa, somente teve-se condições de efetuar as determinações dos níveis de iluminação, à noite, em 2 ETEs.

Não houve meios para a obtenção de tais dados nas demais ETEs, no horário noturno, devido ser exigido por algumas Companhias de Saneamento incluídas na pesquisa, que um Supervisor de Segurança do Trabalho acompanhe o pesquisador para o auxiliar e tomar conhecimento dos dados por ele obtidos.

Como o horário de trabalho desses profissionais, junto às ETEs, é diurno, houve dificuldade para acesso às mesmas, à noite, isto, principalmente, em vista da distância que separa estas Estações de Tratamento de Esgotos da sede da Companhia de Saneamento à qual pertencem.

Nestas 2 ETEs, procurou-se determinar os níveis de iluminação junto a algumas de suas unidades de tratamento, fazendo-se as avaliações a 0,75 metros do piso, conforme determina o item 2 do Anexo nº 4 da NR 15³⁷. Estes resultados constam na TABELA 18.

Pela TABELA 18 podemos verificar que, à noite, em algumas unidades das 2 ETEs levantadas, não existe iluminação adequada, se levarmos em consideração os níveis mínimos de iluminação, fixados pela Norma³⁷ já citada (150 lux).

Não se pode afirmar, com certeza, as causas que as têm levado a possuírem este reduzido nível de iluminação. Entretanto, foram constatadas,

TABELA 18 - NÍVEIS DE ILUMINAMENTO EM ALGUMAS UNIDADES PERTENCENTES A 2
ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTOS INCLUÍDAS NA PESQUISA, NO
HORÁRIO NOTURNO, 1980 (continua)

UNIDADE DA ETE	NÍVEL DE ILUMINAMENTO (lux)
POÇO DE SUÇÃO DAS BOMBAS DE ESGOTO BRUTO	
Escada de acesso ao poço (1)	100
(2)	50
Interior do poço (1)	40
(2)	150
Junto à grade grosseira (1)	30
(2)	100
Junto ao comando hidráulico (1)	30
ELEVATÓRIA DE ESGOTO BRUTO	
Sala de comando (1)	200
(2)	300
Junto à mesa de comando (1)	150
Passarela da elevatória (1)	50
(2)	100
Junto às bombas (2)	15
ELEVATÓRIA DE LODO DECANTADO PRIMÁRIO	
Piso superior (1)	150
(2)	10
Piso inferior (junto às bombas) (1)	40
(2)	60
Escada de acesso (2)	150
CASA DE BOMBAS DOS ADEN- SADORES DE LODO	
Piso superior (1)	100
Piso inferior (1)	20
ELEVATÓRIA DE LODO HOMOGENEIZADO	
Piso superior (2)	50
Escada de acesso (2)	20
Piso inferior (junto às bombas) (2)	50

TABELA 18 - NÍVEIS DE ILUMINAMENTO EM ALGUMAS UNIDADES PERTENCENTES A 2
ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTOS INCLUÍDAS NA PESQUISA, NO
HORÁRIO NOTURNO, 1980, (conclusão)

UNIDADE DA ETE	NÍVEL DE ILUMINAMENTO ...(.lux.)...
GRADE MECANIZADA	
Junto à grade (1)	5
(2)	30
Passarela entre grade grosseira e grade mecanizada (2)	30
DESARENADOR	
Ambiente interno (1)	80
(2)	10
Escada de acesso (1)	50
DECANTADOR PRIMÁRIO	
Junto à parede externa (2)	5
ADENSADOR DE LODO	
Junto à parede externa (2)	15
Passarela de acesso (1)	100
TANQUE DE ACUMULAÇÃO DE LODO	
Junto à parede externa (2)	10
DIGESTORES DE LODO	
Sala de comando (2)	150
Escada de acesso (2)	5
Topo (2)	10
Piso em volta do digestor (na base) (1)	70

NOTA: Os números entre parênteses referem-se ao código das ETEs onde foi
feito o levantamento.

em algumas unidades, lâmpadas queimadas, lâmpadas sujas e inexistência de lâmpadas nos bocais, o que pode estar contribuindo para o problema apontado.

Quanto a problemas de projeto, incluindo tipo de iluminação adotado, potência das lâmpadas, localização das iluminárias e número de pontos de luz no interior das diversas unidades da ETE, não podemos fazer nenhuma consideração a seu respeito. Isto demandaria um estudo específico, em função da área de cada unidade, e de outros fatores, cuja determinação foge aos objetivos deste trabalho.

3.7.2 Níveis de Ruído

Em algumas unidades, pertencentes às 11 ETES levantadas, determinou-se os níveis de ruído.

Tais determinações foram feitas de acordo com o que estabelece o Anexo nº 1 da NR 15³⁷, em seu item 2, que assim se expressa: "os níveis de ruído contínuo ou intermitente devem ser medidos em decibéis (dB) com instrumento de nível de pressão sonora operando no circuito de compensação "A" e circuito de resposta lenta (SLOW). As leituras devem ser feitas próximas ao ouvido do trabalhador".

Os resultados obtidos neste levantamento encontram-se na TABELA 19.

TABELA 19 - NÍVEIS DE RUÍDO EM ALGUMAS UNIDADES PERTENCENTES ÀS 11 ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTOS INCLUÍDAS NA PESQUISA, 1980
(continua)

UNIDADE DA ETE	NÍVEL DE RUÍDO dB(A)
POÇO DE SUÇÃO DAS BOMBAS DE ESGOTO BRUTO (1)	77
(2)	80
(3)	84
(4)	86
(5)	76
(6)	75
(7)	88
(8)	83
ELEVATÓRIA DE ESGOTO BRUTO	
Sala de comando (1)	70
(2)	77
(4)	80
(6)	63
Passarela da elevatória (1)	76
(2)	82
ELEVATÓRIA DE LODO DECANTADO PRIMÁRIO	
Junto à bomba (1)	82
(2)	82
Piso superior (1)	75
DECANTADOR PRIMÁRIO	
Junto à parede externa (2)	80
(10)	79
ELEVATÓRIA DE LODO HOMOGENEIZADO	
Junto às bombas (2)	80
Piso superior (2)	74
DESARENADOR (1)	82
(3)	78
CASA DE RECALQUE DE ÁGUA PARA LAVAGEM DE EQUIPAMENTOS (1)	92
BOMBAS DE RECIRCULAÇÃO DE LODO DOS DIGESTORES (1)	79
ELEVATÓRIA DO FILTRO BIOLÓGICO (7)	78

TABELA 19 - NÍVEIS DE RUÍDO EM ALGUMAS UNIDADES PERTENCENTES ÀS 11 ESTA-
 ÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTOS INCLUÍDAS NA PESQUISA, 1980
 (conclusão)

UNIDADE DA ETE	NÍVEL DE RUÍDO dB(A)
SALA DOS COMPRESSO- RES DOS AERADORES (5)	104
TANQUES DE AERAÇÃO DE LODO	
A 15 metros dos motores (8)	73
A 5 metros dos motores (8)	82
Junto ao motor (8)	94
Nas passarelas (4)	76
(8)	84
(9)	78
(10)	76
(11)	74
ELEVATÓRIA DE RECALQUE DE LODOS ATIVADOS (9)	82
(10)	82
ELEVATÓRIA DE LODO PARA OS DIGESTORES (4)	92
(8)	86
(10)	90
CASA DOS AQUECEDORES DE LODO (9)	78
CASA DE FORÇA (4)	73
SALA DE PRENSAGEM DE LODO	
Compressores (4)	85
Prensas (com silencioso) (4)	88
Ponte rolante (4)	100
POÇO DE DESCARGA DO LODO DOS DIGESTORES (4)	91

NOTA: Os números entre parênteses referem-se ao código das ETes onde foi
 feito o levantamento.

Para que se possa ter condições de comparar os valores encontrados na TABELA 19, com os limites de tolerância fixados no Quadro do Anexo nº 1 da NR 15 ³⁷, é necessário que anexemos o mesmo a este trabalho.

NR 15 - ANEXO Nº 1

LIMITES DE TOLERÂNCIA PARA RUÍDO CONTÍNUO OU INTERMITENTE

NÍVEL DE RUÍDO dB(A)	MÁXIMA EXPOSIÇÃO DIÁRIA PERMISSÍVEL
85	8 horas
86	7 horas
87	6 horas
88	5 horas
89	4 horas e 30 minutos
90	4 horas
91	3 horas e 30 minutos
92	3 horas
93	2 horas e 40 minutos
94	2 horas e 15 minutos
95	2 horas
96	1 hora e 45 minutos
98	1 hora e 15 minutos
100	1 hora
102	45 minutos
104	35 minutos
105	30 minutos
106	25 minutos
108	20 minutos
110	15 minutos
112	10 minutos
114	8 minutos
115	7 minutos

FONTE: SEGURANÇA e Medicina do Trabalho: nova lei para o Brasil³⁷

No Quadro do Anexo nº 1 da NR 15, podemos verificar que a máxima exposição diária permissível para 8 horas de trabalho é a 85 dB(A).

Caso os níveis de ruído encontrados sejam maiores do que 85 dB(A), o tempo de exposição deverá ser inferior a 8 horas diárias.

Entretanto, os operadores das ETES exercem suas atividades em regime de trabalho que varia de Estação para Estação. Uns trabalham 8 horas/dia e outros em turnos de 12/24 ou 24/48.

Deve-se considerar, ainda, o fato de que os operadores executam as suas atividades nas ETES, em diversas unidades, deslocando-se continuamente de um setor para outro, permanecendo ora em locais ruidosos, e ora em locais cujos níveis de ruído são insignificantes.

Se observarmos os resultados constantes na TABELA 19, os quais foram obtidos das determinações feitas no horário de trabalho dos operadores, veremos que muitos níveis de ruído encontrados superam o limite de tolerância estipulado em 85 dB(A), para 8 horas diárias de trabalho.

Embora sem elementos concretos para afirmar, seria prudente um estudo para verificar se os operadores de ETES estão se expondo a níveis de ruído prejudiciais à sua saúde, pois, pelos valores

encontrados, deve-se suspeitar de que os operadores possam estar prejudicando o seu sistema nervoso, a sua produtividade, a sua comunicação com os demais companheiros de trabalho, e, mesmo se expondo a um maior número de acidentes.

3.7.3 Níveis de Explosividade

Nas 11 ETEs incluídas na pesquisa, somente 5 puderam ser submetidas a um levantamento relativo à possibilidade de formação de misturas de gases e vapores, em condições de explosividade, no interior de algumas de suas unidades.

Nas demais, não houve meios de efetuá-lo, devido ao fato do explosímetro, que seria utilizado pelo pesquisador, não estar disponível, no momento do levantamento.

Nas 5 ETEs levantadas, determinou-se em algumas de suas unidades os níveis de explosividade em % do LIE (Limite Inferior de Explosividade). Tais medições foram feitas somente em locais onde existia alguma possibilidade de acumularem-se gases ou vapores, ou seja, em locais confinados. Os resultados obtidos encontram-se na TABELA 20.

Para que se tenha condições de interpretar os resultados constantes na TABELA 20, é necessário que, antes, seja dito o significado dos limites inferior e superior de explosividade.

TABELA 20 - NÍVEIS DE EXPLOSIVIDADE, EM % DO LIE, EM ALGUMAS UNIDADES PERTENCENTES A 5 ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTOS INCLUÍDAS NA PESQUISA, 1980.

UNIDADE DA ETE	NÍVEL DE EXPLOSIVIDADE (% DO LIE)
POÇO DE SUÇÃO DAS BOMBAS	
DE ESGOTO BRUTO (1)	4
(2)	2
(3)	-
(4)	-
DESARENADOR (1)	-
DIGESTOR PRIMÁRIO (parcialmente vazio)	
Próximo ao fundo (3)	59
No topo (tampa aberta) (3)	40
Várias alturas (4)	18
DIGESTOR SECUNDÁRIO	
Várias alturas (parcialmente vazio) (4)	> 100
Próximo ao topo (quase cheio) (7)	20
POÇO DE DESCARGA DO LODO DOS DIGESTORES	
Junto ao digestor de lodo (4)	20

NOTA: Os números entre parênteses referem-se ao código das ETEs onde foi feito o levantamento.

O limite inferior de explosividade (LIE) e o limite superior de explosividade (LSE) são, respectivamente, a concentração mínima e máxima de um gás inflamável em mistura com o ar, na qual haverá uma explosão se existir, no ambiente, uma fonte de ignição.

A explosão somente ocorrerá se a concentração do gás inflamável, em mistura com o ar, estiver acima do LIE e abaixo do LSE; ou seja, dentro de seus limites.

Isto significa que, abaixo do LIE, a mistura é muito pobre em gases inflamáveis, para explodir; enquanto que, acima do LSE, a mistura é muito rica em gases inflamáveis, para explodir.*

Na TABELA 21 são fornecidos os limites inferior e superior de explosividade, de alguns gases inflamáveis comumente encontrados no interior das ETEs.

TABELA 21 - LIMITE INFERIOR (LIE) E SUPERIOR (LSE) DE EXPLOSIVIDADE DE ALGUNS GASES INFLAMÁVEIS COMUMENTE ENCONTRADOS NO INTERIOR DAS ETEs.

GÁS	LIE (% POR VOLUME DE AR)	LSE (% POR VOLUME DE AR)
Hidrogênio	4,00	74,00
Gás sulfídrico	4,30	46,00
Metano	5,00	15,00
Gás do lodo	5,30	19,30

ADAPTADO DE: FEDERATION OF SEWAGE AND INDUSTRIAL WASTES ASSOCIATION¹⁶

* KLEEC, L.R.W.V. *Gases o vapores nocivos y deficiencias de oxigeno en alcantarillas y plantas de tratamiento de aguas negras. p.4-6 (cópia xerox).*

O aparelho utilizado na pesquisa, ou seja, o Explosímetro, não determina, diretamente, a concentração do gás por volume de ar. Ele fornece, de imediato, a porcentagem do limite inferior de explosividade (LIE) dos gases inflamáveis existentes no ambiente.

Por medida de segurança, quando as leituras obtidas pelo Explosímetro acusam valores superiores a 20% do LIE, as concentrações dos gases inflamáveis, no ambiente, devem ser consideradas perigosas.*

As leituras acima de 60% do LIE são consideradas, pelo aparelho, como indicadoras da existência de mistura de gases com o ar, em condições de explosividade. Concentrações superiores a 100% do LIE, obviamente, são potencialmente explosivas, bastando existir presente uma fonte de ignição para que a explosão ocorra, imediatamente.

Baseados nestas informações, tem-se, agora, condições para interpretar e comentar os resultados obtidos pelo levantamento efetuado em algumas unidades pertencentes a 5 ETEs e registrados na TABELA 20.

No poço de sucção das bombas de esgoto bruto e no desarenador, os valores encontrados denotaram a inexistência de risco de explosão no seu interior.

* KLEEC, L.R.W.V. *Gases o vapores nocivos y deficiencias de oxigeno en alcantarillas y plantas de tratamiento de aguas negras.* p.4-6 (cópia xerox).

Devido, entretanto, ao fato de ter sido detectada a presença de gases inflamáveis, mesmo em baixas concentrações, no poço de sucção das bombas de esgoto bruto, faz-se ali recomendável um certo cuidado com relação à presença de chamas abertas, de qualquer tipo. Isto se justifica por se tratar de um ambiente confinado, onde, no evento de uma paralização dos ventiladores ou exaustores existentes nestas unidades, a concentração desses gases tenderá a aumentar.

No interior do digestor primário, tendo sido encontradas concentrações de gases inflamáveis em mistura com o ar, atingindo valores de até 59% do LIE, e, no interior do digestor secundário, tais valores tendo sido ainda maiores, ou seja, superiores a 100% do LIE, tudo indica que os mesmos são perigosos, chegando a atingir, em determinados instantes, concentrações potencialmente explosivas. Portanto, todo cuidado deve ser tomado para que não se usem chamas abertas de qualquer tipo, na ocasião em que houver necessidade de serem efetuados alguns serviços, ou inspeções em seu interior, ou nas suas proximidades.

3.7.4 Níveis de Concentração do Gás Sulfídrico

Dentre os diversos gases prováveis de serem encontrados nas ETES, o gás sulfídrico mereceu uma pesquisa à parte, devido ao fato dele ser

extremamente irritante e tóxico, e, ainda, um gás traiçoeiro e perigoso, pois exposições a altas concentrações, mesmo durante reduzido espaço de tempo, podem apagar o senso de percepção do nervo olfativo. Isto pode causar uma falsa sensação de segurança em quem o inala, pois o seu odor típico de ovo podre desaparece, dando a impressão de que não há mais o perigo da presença deste gás no ambiente.³³

Nas 11 ETEs incluídas na pesquisa, somente 5 foram submetidas a um levantamento com o objetivo de detectar a presença do gás sulfídrico em algumas de suas unidades de tratamento.

Nas demais, não houve possibilidade de fazê-lo, devido ao reduzido número de tubos de tetores de gás sulfídrico existentes para a efetuação da pesquisa. Por se tratar de material importado, tais tubos não foram encontrados em número suficiente para permitir a coleta de dados em todas as ETEs, na ocasião desejada.

A TABELA 22 mostra os resultados obtidos nestas 5 ETEs.

TABELA 22 - NÍVEIS DE CONCENTRAÇÃO DO GÁS SULFÍDRICO EM ALGUMAS UNIDADES PERTENCENTES A 5 ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTOS INCLUÍDAS NA PESQUISA, 1980.

UNIDADE DA ETE	NÍVEIS DE CONCENTRAÇÃO DO GÁS SULFÍDRICO (ppm)
POÇO DE SUÇÃO DAS BOMBAS DE ESGOTO BRUTO (1)	-
(3)	-
(4)	2
DESARENADOR (1)	-
DIGESTOR PRIMÁRIO (3)	-
(4)	-
(9)	20
(10)	16
DIGESTOR SECUNDÁRIO (4)	-
POÇO DE DESCARGA DO LODO DOS DIGESTORES (4)	14
CAIXA DE CHEGADA DO ESGOTO BRUTO NA ETE (9)	-

NOTA: Os números entre parênteses referem-se ao código das ETEs onde foi feito o levantamento.

Na TABELA 23 são mostradas as respostas fisiológicas para várias concentrações do gás sulfídrico.

TABELA 23 - RESPOSTAS FISIOLÓGICAS PARA VÁRIAS CONCENTRAÇÕES DO GÁS SULFÍDRICO.

CONCENTRAÇÃO DO GÁS SULFÍDRICO (ppm)	RESPOSTA FISIOLÓGICA
10	Começa a irritação dos olhos
50 a 100	Conjuntivite branda e irritação do trato respiratório, após uma hora de exposição.
100	Tosse, irritação dos olhos, perda do senso do olfato depois de 2 a 15 minutos. Respiração alterada, dor nos olhos, e sonolência após 15 a 30 minutos, seguida por irritação da garganta após uma hora. Diversas horas de exposição resultam no gradual aumento da gravidade destes sintomas, e a morte pode ocorrer dentro das próximas 48 horas.
200 a 300	Indício de conjuntivite e irritação do trato respiratório após uma hora de exposição.
500 a 700	Perda dos sentidos; possibilidade de morte em 30 minutos a uma hora.
700 a 1000	Perda rápida dos sentidos, cessação da respiração e morte.
1000 a 2000	Perda imediata dos sentidos, cessação rápida da respiração, e morte dentro de poucos minutos. A morte poderá ocorrer mesmo que o indivíduo seja removido para o ar fresco, imediatamente.

ADAPTADO DO: PROTECT personal from hydrogen sulfide³³

Na TABELA 24 estão indicadas as respostas subjetivas do olfato, para algumas concentrações do gás sulfídrico, em ppm. Estes dados podem servir apenas para a identificação de baixas concentrações deste gás no ambiente.

TABELA 24 - RESPOSTAS SUBJETIVAS DO OLFATO PARA ALGUMAS CONCENTRAÇÕES DO GÁS SULFÍDRICO.

CONCENTRAÇÃO DO GÁS SULFÍDRICO (ppm)	RESPOSTAS SUBJETIVAS DO OLFATO
0,02	Nenhum odor
0,13	Odor mínimo perceptível
0,77	Odor fraco, mas imediatamente perceptível
4,60	Odor moderado, facilmente detetável
27,00	Odor forte, desagradável, mas não intolerável

ADAPTADO DO: PROTECT personal from hydrogen sulfide³³

De posse dos dados constantes nas TABELAS 23 e 24, pode-se, agora, comparar os valores obtidos na TABELA 22 com os mesmos, e, ainda, com o Limite de Tolerância do gás sulfídrico (8 ppm).³⁷

No interior do poço de sucção das bombas de esgoto bruto e do desarenador, não foram detectados níveis de concentração do gás sulfídrico que mereçam maiores preocupações. Entretanto, deve ser mais uma vez considerado o fato de que, no evento da paralização dos ventiladores e dos exaustores, no poço de sucção das bombas de esgoto bruto, a tendência

é de que se acumulem diversos gases, dentre os quais o gás sulfídrico. Obviamente, sua concentração deverá atingir maiores níveis do que os encontrados no levantamento.

No interior do digestor primário, os níveis de concentração do gás sulfídrico superaram o Limite de Tolerância para o gás sulfídrico (8 ppm). O mesmo ocorreu no poço de descarga do lodo dos digestores. Entretanto, os operadores não se expõem, continuamente, a estes ambientes. Eles somente se aproximam destes locais para inspeções de rotina, manobras de registros e para coleta de amostras do lodo digerido. Eventualmente, há necessidade de limpeza do interior dos tanques de digestão de lodo. Para a execução desta tarefa, os operadores penetram nos digestores, após os mesmos terem sido esvaziados, com o objetivo de remover a areia e outros resíduos prejudiciais à digestão do lodo. Nesta atividade, que, normalmente, se prolonga por vários dias, estão sujeitos a se intoxicarem devido à presença do gás sulfídrico em níveis possivelmente bem superiores aos encontrados nas determinações feitas, visto que as mesmas foram efetuadas no topo do digestor onde há uma maior diluição destes gases pelo ar atmosférico.

Quanto aos valores encontrados no interior do digestor secundário e na caixa de chegada do esgoto bruto na ETE, há uma indicação de que nestes

locais não houve produção, no momento do levantamento, do gás sulfídrico. Como o digestor secundário não possui agitadores de lodo em seu interior, tudo leva a crer que o gás sulfídrico, por ser mais pesado do que o ar, estivesse, no momento do levantamento, no fundo do digestor, não tendo sido acusado pela medição feita no seu topo. Sobre a medição feita na caixa de chegada do esgoto bruto na ETE, a não acusação da presença do gás sulfídrico na mesma pode ser devida à grande diluição do esgoto, no dia da medição, por se tratar de um período de grande precipitação pluviométrica.

4 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Face aos resultados obtidos na pesquisa, é necessário que sejam feitas as seguintes considerações a seu respeito:

1. Os resultados encontrados são referentes às ETEs levantadas e não se tem base para estendê-los ao universo de Estações.
2. Os resultados encontrados são referentes aos operadores entrevistados, não havendo base para considerá-los válidos para o universo de operadores.
3. O fato de grande parte dos operadores ter alegado desconhecer a necessidade da utilização de algumas medidas preventivas, de caráter individual, para prevenir a ocorrência de acidentes, no interior das ETEs, pode dar origem às seguintes interpretações:
 - O Serviço Especializado em Segurança e em Medicina do Trabalho - SESMT - da Companhia de Saneamento, à qual pertencem as ETEs pesquisadas, não instruiu, adequadamente, os operadores quanto às medas preventivas que devem ser adotadas, no interior das ETEs, para evitar a ocorrência de acidentes;
 - A Administração da ETE não tem oferecido meios para que os operadores possam ser treinados pelo SESMT;
 - A Administração da ETE não tem recebido do SESMT a quantidade e o tipo de equipamento necessário para fornecimento a seus operadores;

- O SESMT não tem especificado, adequadamente, os equipamentos necessários à proteção dos operadores de ETEs;
 - Os operadores desconhecem os riscos, em decorrência de seus superiores, ou mesmo dos profissionais pertencentes ao SESMT também os desconhecem;
 - Os próprios operadores têm adotado um tipo de comportamento contrário à segurança.
4. O fato de terem sido encontradas algumas ETEs sem nenhum sistema de vigilância, para evitar a entrada, sem permissão, de qualquer pessoa que não seja funcionária das mesmas, pode dar origem às seguintes interpretações:
- O Serviço de Segurança Patrimonial da Companhia de Saneamento à qual pertencem as ETEs pesquisadas, desconhece que é de sua responsabilidade a ocorrência de qualquer acidente com pessoas estranhas a este ambiente de trabalho;
 - O Serviço de Segurança Patrimonial desconhece os riscos existentes nas ETEs, tanto para os operadores, pessoas estranhas, e mesmo para a própria instalação;
 - O Serviço de Segurança Patrimonial não possui número suficiente de vigilantes para colocar à disposição destas ETEs;
 - O Serviço de Segurança Patrimonial não foi cientificado pelo SESMT acerca dos riscos existentes nas ETEs, e sobre a necessidade da permanência de vigilantes naquelas instalações;
 - O Serviço de Segurança Patrimonial, mesmo ciente dos riscos existentes nas ETEs, não se dispõe a designar vigilantes para as mesmas.

5. O fato de ter sido constatada a existência de baixos níveis de iluminação em algumas unidades pertencentes às ETEs incluídas na pesquisa, em horário noturno, pode dar origem às seguintes interpretações:

- No projeto dessas unidades não foram dimensionados, corretamente, a potência das lâmpadas, o número de pontos de luz, o tipo de iluminação e a localização das luminárias;
- A Administração da ETE não se tem preocupado devidamente com a manutenção das luminárias;
- A Administração da ETE não tem recursos suficientes para fazer, corretamente, a manutenção das luminárias;
- O SESMT da Companhia de Saneamento, à qual pertencem estas ETEs, não tem feito inspeções em seu interior, visando a identificar os locais mal iluminados, e propor soluções técnicas para que os níveis de iluminação estejam de acordo com os estabelecidos pelas normas de segurança;
- Os operadores têm sido negligentes, não comunicando à Administração da ETE, ou não denunciando ao SESMT, irregularidades na qualidade da iluminação existente na ETE.

6. O fato de ter sido constatada a existência de níveis de ruído bastante elevados em algumas unidades pertencentes a ETEs incluídas na pesquisa, pode dar origem às seguintes interpretações:

- No projeto da ETE não foram tomadas as devidas providências, no sentido de minimizar o ruído produzido no interior de algumas de suas unidades;
- A Administração da ETE não se tem preocupado, devidamente, com a manutenção adequada dos dispositivos destinados a reduzir o ruído, na fonte, e na trajetória de propagação do mesmo;

- A Administração da ETE não tem recursos suficientes para fazer, corretamente, a manutenção dos dispositivos de controle do ruído;
- O SESMT não tem feito inspeções no interior da ETE, no sentido de verificar os locais mais ruidosos, e propor soluções técnicas para reduzir este ruído a níveis aceitáveis.

7. O fato de ter sido constatada a existência de variados riscos, em praticamente todos os tipos de unidades pertencentes às 11 ETEs pesquisadas, nos permite, com base neste levantamento, elaborar a TABELA 25, a qual indica, de forma resumida, quais sejam estes riscos.

TABELA 25 - QUADRO-RESUMO DOS RISCOS ENCONTRADOS EM ALGUMAS UNIDADES DAS 11 ETEs LEVANTADAS (continua).

UNIDADE DA ETE	RISCOS ENCONTRADOS
GRADE SIMPLES (GRADE GROSSEIRA)	<p>Inexistência de guarda-corpos, em <u>tor</u>no das aberturas no piso.</p> <p>Inexistência de grelhas, sobre as aberturas no piso.</p> <p>Iluminação deficiente, próxima à <u>gra</u>de simples.</p> <p>Ruído excessivo, proveniente dos <u>ven</u>tiladores e exaustores.</p>
GRADE MECANIZADA	<p>Inexistência de guarda-corpos, em <u>tor</u>no das aberturas no piso.</p> <p>Inexistência de grelhas, sobre as aberturas no piso.</p> <p>Iluminação deficiente, próxima à <u>gra</u>de mecanizada.</p>
CAIXAS DE AREIA (DESARENADORES)	<p>Inexistência de guarda-corpos, em <u>tor</u>no das aberturas no piso.</p> <p>Inexistência de guarda-corpos, nas passarelas de acesso.</p> <p>Inexistência de proteção, nas partes móveis.</p> <p>Iluminação deficiente, próxima as caixas de areia.</p>
ELEVATÓRIA DE ES GOTOS OU DE LODO	<p>Inexistência de guarda-corpos, em <u>tor</u>no das aberturas no piso.</p> <p>Inexistência de guarda-corpos, nas escadas de acesso.</p> <p>Inexistência de instalações elétricas à prova de explosão.</p> <p>Inexistência de extintores de <u>incên</u>dio.</p> <p>Inexistência de proteção, nas partes móveis.</p> <p>Iluminação deficiente, no interior das casas de bombas</p> <p>Ruído excessivo, proveniente dos <u>moto</u>res e bombas.</p>

TABELA 25 - QUADRO-RESUMO DOS RISCOS ENCONTRADOS EM ALGUMAS UNIDADES DAS 11 ETEs LEVANTADAS (continua).

UNIDADE DA ETE	RISCOS ENCONTRADOS
DECANTADORES PRIMÁRIOS	<p>Inexistência de guarda-corpos, em tor<u>no</u> das aberturas no piso.</p> <p>Inexistência de guarda-corpos, nas passarelas de acesso.</p> <p>Inexistência de bóias salva-vidas, nas passarelas de acesso.</p> <p>Iluminação deficiente, junto à parede externa.</p>
DECANTADORES SECUNDÁRIOS	<p>Inexistência de guarda-corpos, em tor<u>no</u> das aberturas no piso.</p> <p>Inexistência de guarda-corpos, nas passarelas de acesso.</p> <p>Inexistência de bóias salva-vidas, nas passarelas de acesso.</p>
TANQUES DE AERAÇÃO DE LODO	<p>Inexistência de guarda-corpos, em tor<u>no</u> das aberturas no piso.</p> <p>Inexistência de guarda-corpos, nas passarelas de acesso.</p> <p>Inexistência de bóias salva-vidas, nas passarelas de acesso.</p> <p>Inexistência de proteção, nas partes móveis dos eixos de acoplamento dos motores.</p> <p>Ruído excessivo, proveniente dos mo<u>to</u>res que acionam os aeradores.</p>

TABELA 25 - QUADRO-RESUMO DOS RISCOS ENCONTRADOS EM ALGUMAS UNIDADES DAS 11 ETEs LEVANTADAS (conclusão).

UNIDADE DA ETE	RISCOS ENCONTRADOS
DIGESTORES DE LODO	<p>Inexistência de guarda-corpos, no topo.</p> <p>Inexistência de guarda-corpos, nas <u>esca</u>das de acesso.</p> <p>Inexistência de guarda-corpos, nas pas-sarelas de acesso.</p> <p>Inexistência de extintores de incên-dio, no topo.</p> <p>Inexistência de avisos de "proibido <u>fu</u>mar", no topo e nas escadas de acesso.</p> <p>Iluminação deficiente, nas escadas de acesso, no topo e na base do digestor.</p> <p>Gases em condições de explosividade, no interior do digestor.</p> <p>Níveis de concentração do gás sulfí-drico superiores ao Limite de Tole-rância para este gás (8 ppm).</p>
GASÔMETROS	<p>Inexistência de guarda-corpos, no topo.</p> <p>Inexistência de guarda-corpos, nas <u>esca</u>das de acesso.</p> <p>Inexistência de extintores de incên-dio, nas proximidades.</p> <p>Inexistência de avisos de "proibido <u>fu</u>mar", nas proximidades, no topo e nas escadas de acesso.</p>
QUEIMADORES DE GÁS	<p>Inexistência de extintores de incên-dio, nas proximidades.</p> <p>Inexistência de distância segura, em relação aos edifícios da ETE.</p>
PÁTIO DA ETE	<p>Inexistência de guarda-corpos, ao <u>lon</u>go dos canais abertos.</p> <p>Inexistência de tampas, nos poços de visita.</p> <p>Inexistência de hidrantes, para <u>com</u>bate a incêndios.</p>

5 - CONCLUSÕES

Este trabalho, efetuado no interior de 11 Estações de Tratamento de Esgotos, situadas nos Estados do Rio de Janeiro, São Paulo e Brasília, onde foram entrevistados 28 operadores, nos permite chegar às seguintes conclusões:

- 1) Algumas, dentre as 11 ETEs levantadas, não proporcionam meios aos seus operadores, para a manutenção de uma adequada higiene pessoal, durante e após o trabalho, pois nas suas instalações sanitárias não há disponibilidade de sabão, desinfetantes, água quente e toalhas individuais.
- 2) A maioria, dentre os 28 operadores entrevistados, está conscientizada da necessidade de manutenção de hábitos higiênicos no serviço, pois costuma lavar as mãos constantemente durante o trabalho e tomar banho após o mesmo, na ETE.
- 3) Alguns, dentre os 28 operadores entrevistados, estão expostos ao risco de acidentes ou doença, quando em atividade no interior da ETE, devido à não utilização de botas e de luvas, o que sob o aspecto preventivo é condenável, principalmente devido ao tipo de trabalho executado pelos mesmos.

- 4) Alguns, dentre os 28 operadores entrevistados, por desconhecerem a necessidade do uso do cinturão de segurança; de máscaras contra gases; de ferramentas anti-faísca; da ventilação de locais confinados; de lâmpadas ou de lanternas especiais, à prova de explosão; da presença de auxiliares junto a eles, nas tarefas realizadas em locais confinados; e ainda, os meios para identificarem a presença de gases ou vapores perigosos ou uma deficiência de oxigênio no ambiente da ETE, estão se expondo ao risco de se acidentarem no trabalho e de colocarem em risco a própria ETE, principalmente nos serviços de limpeza do interior dos digestores de lodo, onde a presença do gás sulfídrico e de concentrações explosivas dos gases ali existentes foi constatada.
- 5) A inexistência, em muitas unidades das 11 ETEs levantadas, de proteção contra incêndios e/ou explosões, e, ainda, de proteção para as aberturas no piso, pisos elevados, escadas, passarelas e partes móveis de máquinas e equipamentos, denota que, no Projeto destas ETEs, não foi dada a devida consideração à segurança das mesmas e de seus operadores.

- 6) A não eliminação dos riscos existentes, desde a fase de projeto das 11 ETEs pesquisadas até o presente, indica que os Serviços Especializados em Segurança e em Medicina do Trabalho - SESMTs - das Companhias de Saneamento incluídas na pesquisa e/ou os Administradores dessas ETEs os desconhecem, ou, então, não têm tomado as devidas providências, para a supressão dos mesmos.
- 7) A inexistência de Programas Específicos de Segurança do Trabalho, o número insuficiente de caixas de primeiros socorros e de operadores treinados em primeiros socorros, e a falta de uma programação definida para a vacinação dos operadores contra tétano e tifo, denotam que os Serviços Especializados em Segurança e em Medicina do Trabalho - SESMTs - de algumas Companhias de Saneamento incluídas na pesquisa, às quais pertencem as 11 ETEs levantadas, não vêm dando a devida assistência a esses ambientes, e, em particular, aos seus operadores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANAEROBIC digestion. Deeds & Data, Washington, p. 19, Jan. 1979
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Elaboração de projetos hidráulico sanitários de sistemas de tratamento de esgotos sanitários: P-NB-570. Rio de Janeiro, 1975. /mimeografado/
3. AZEVEDO NETTO, J.M. & HESS, M.L. Tratamento de águas residuárias. São Paulo, 1970. /Separata da Revista DAE/
4. BARTON, B.H. Accidents don't just happen. Sew. Wks. J., 21: 1066-71, Nov. 1949
5. BRAZIL builds world's largest treatment plant. Highlights, Washington, 16: 7, May, 1979
6. BURT, G.L. et al. Report of 1967 wastewater system employee safety program survey. J.Wat. Pollut. control Fed., 40: 766-74, May, 1968
7. BUSTARD, W.B. Electrical maintenance in sewage treatment plants. J.Wat. Pollut. control Fed., 32: 99-104, Jan. 1960
8. CATÁLOGO brasileiro de engenharia sanitária e ambiental: 1979. Rio de Janeiro, Associação Brasileira de Engenharia Sanitária. 1978
9. CATÁLOGO brasileiro de engenharia sanitária e ambiental: 1980. Rio de Janeiro, Associação Brasileira de Engenharia. 1979
10. CLARIFICATION and aeration facilities. Deeds & Data, Washington, p. 10, July, 1978

11. CLARK, C.S. et al. Disease risks of occupational exposure to sewage. J. environ. Eng. Div., 102: 375-88, Apr. 1976
12. COMPANHIA METROPOLITANA DE SANEAMENTO DE SÃO PAULO. Estação de tratamento de esgotos de Pinheiros. São Paulo. /mimeografado/
13. COMPANHIA METROPOLITANA DE SANEAMENTO DE SÃO PAULO. Estação de tratamento de esgotos de Vila Leopoldina. São Paulo. /mimeografado/
14. DIXON, F.R. & Mc. CABE, L.J. Health aspects of wastewater treatment. J. Wat. Pollut. control Fed., 36: 984-9, Aug. 1964
15. ENTERING and working in digesters. Part II of a two part "talk". Deeds & Data, Washington, p. 4, 11-2, Oct. 1977
16. FEDERATION OF SEWAGE AND INDUSTRIAL WASTES ASSOCIATION. Safety in wastewater works. Washington, D.C. 1959. /FSIWA - Manual of practice, 1/
17. HAIN, D.L. Safety programs in wastewater operations. Deeds & Data, Washington, p. 3-5, Apr. 1976
18. HARTZ, N.W. Safety in sewage disposal plants. Sew. Wks. J., 12: 147-51, Jan. 1940
19. HOUSER, P.J. Hazards and safety measures at sewage works. Sew. Wks. J., 10: 731-7, July, 1938
20. JENNINGS, A.J. Digester gas explosion at Monroe, Mich. Sew. Wks. J., 18: 529-32, May, 1946
21. JOHNSON, G.A. Discharge of hazardous wastes into public sewerage systems. Deeds & Data, Washington, p. 6-9, Apr. 1976

22. JORDÃO, E.P. & PESSOA, C.A. Tratamento de esgotos domésticos. São Paulo, CETESB, 1975. v. 1
23. KEEFER, C.E. Health and safety at sewage works. In: Sewage treatment works. New York, Mc. Graw Hill, 1940. p. 533-47
24. KIMBERLY, A.E. Gas hazards in sewerage systems and sewage treatment works reflecting experiences in Ohio. Sew. Wks. J., 16: 1033-5, Sept. 1944
25. LANGFORD, L.L. Safe handling of gas at sewage plants. Sew. Wks. J., 12: 128-32, Jan. 1940
26. MAU, G.E. Safety at sewage treatment plants. Sew. Ind. Wastes, 22: 1080-4, Aug. 1950
27. NICHOLS, P.R. When you go into a manhole or a sewer, you should understand sewer gases. Deeds & Data, Washington, p. 2-6, Jan. 1975
28. OKUN, D.A. & PONGHIS, G. Safety. In: Community wastewater collection and disposal. Geneva, World Health Organization, 1975. p. 259-61
29. OLSEN, L. Health and safety in the operation of sewerage systems. Sew. Wks. J., 16: 1009-13, Sept. 1944
30. PERSONAL hygiene. Deeds & Data, Washington, p. 7, Oct. 1976
31. POOL, L. & JOHNSON, E.C. Safety first in sewage plant operation. Sew. Wks. J., 4: 846-9, Sept. 1932
32. PREVENTION des accidents: règles relatives aux installations d'eaux usées. /s.l.p./, Caisse Nationale Suisse D'Assurance en Cas D'Accidents. 1975
33. PROTECT personal from hydrogen sulfide. Deeds & Data, Washington, p. 6-7, Jan. 1976

34. PUMPING stations. Deeds & Data, Washington, p. 5, June, 1978
35. ROBINSON, K.E. Ventilation of sewage plants. Sew. ind. Wastes, 23: 1443-7, Nov. 1951
36. SAFETY in sewers and at sewage works. London, Institution of Civil Engineers/Ministry of Housing and Local Government, 1969
37. SEGURANÇA e Medicina do Trabalho: nova lei para o Brasil. Saúde ocup. e Segur., 13, 1978
38. SLATTERY, G.H. Municipal wastewater treatment and toxic substances. Deeds & Data, Washington, p. 1, 4-7, Nov. 1977
39. SLUDGE gas explosion at sewage works, Woonsocket, R.I. Wat. Wks. Sew., 78: 284-6, Oct. 1931
40. SMITH, H.S. Safety measures in sewage treatment plants. Sew. Wks. J., 20: 744-52, July, 1948
41. VICTORETTI, B.A. Dimensões do problema brasileiro da poluição das águas. In: POLUIÇÃO das águas: curso por correspondência. São Paulo, CETESB, 1975. Cap. 13
42. VISITOR protection. Deeds & Data, Washington, p. 4-5, Mar. 1978
43. VROOMAN, M., Jr. Designing wastewater treatment plants for safety. J. Wat. Pollut. control Fed., 41: 474-81, Mar. 1969
44. WATER POLLUTION CONTROL FEDERATION. Safety Committee. Margin for safety - A teaching aid. Washington, D.C., 1970

A N E X O - 1

INQUÉRITO DE HIGIENE E SEGURANÇA PARA
ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTOS

DADOS IDENTIFICADORES DA ETE

Nome:

Endereço:

Grau de tratamento:

Processo de tratamento:

Nº total de empregados:

Nº de operadores:

Sistema de turnos dos operadores:

Vazão média tratada:

Data de início de funcionamento da ETE:

Nº de matrícula dos operadores da ETE:

Data do levantamento:

DADOS RELATIVOS ÀS CONDIÇÕES SANITÁRIAS DO AMBIENTE DE TRABALHO

Sim	Não		Observações
		A ETE possui água potável, para uso dos operadores?	
		A ETE possui instalações sanitárias com pletas, para uso dos operadores?	
		A ETE possui sabão, nas instalações sanitárias, para uso dos operadores?	
		A ETE possui desinfetantes, nas instalações sanitárias, para uso dos operadores?	
		A ETE possui água quente, nas instalações sanitárias, para uso dos operadores?	
		A ETE possui toalhas individuais, nas instalações sanitárias, para uso dos operadores?	
		A ETE possui armários individuais, para uso dos operadores?	

DADOS RELATIVOS AOS HÁBITOS HIGIÊNICOS DOS OPERADORES DAS ETEs

Sim	Não		Observações
		Os operadores lavam as mãos constante <u>mente</u> , durante o trabalho?	
		Os operadores tomam banho na ETE, após o trabalho?	
		Os operadores trocam a roupa de traba <u>lho</u> , após cada turno?	

DADOS RELATIVOS ÀS MEDIDAS PREVENTIVAS, DE CARÁTER INDIVIDUAL, PARA EVITAR A OCORRÊNCIA DE ACIDENTES NAS ETEs

Sim	Não		Observações
		Os operadores acham necessário o uso do cinturão de segurança, em algumas de suas atividades nas ETEs?	
		Os operadores acham necessária a uti <u>lização</u> de máscaras contra gases, no interior de algumas unidades confina <u>das</u> das ETEs?	
		Os operadores usam coletes salva-vi <u>das</u> , quando trabalham próximos a tan <u>ques</u> contendo esgoto ou lodo?	
		Os operadores, no momento do levanta <u>mento</u> , estavam usando botas?	
		Os operadores, no momento do levanta <u>mento</u> , estavam usando luvas, ou as possuíam disponíveis, caso delas ne <u>cessitassem</u> ?	
		Os operadores acham necessário o uso de ferramentas anti-faísca, no inte <u>rior</u> de algumas unidades confinadas das ETEs?	
		Os operadores possuem meios para iden <u>tificar</u> a presença de gases ou vapo <u>res</u> perigosos, ou uma deficiência de oxigênio, no ambiente da ETE?	
		Os operadores acham necessária a ven <u>tilação</u> de locais confinados?	
		Os operadores acham necessário o uso de lâmpadas ou de lanternas especiais, à prova de explosão, em locais confinados?	
		Os operadores acham necessária a pre <u>sença</u> de auxiliares junto a eles, nas tarefas realizadas em locais confinados?	
		Os operadores fazem inspeções de roti <u>na</u> nas canalizações de gás, para de <u>tectar</u> vazamentos no sistema?	

DADOS RELATIVOS ÀS MEDIDAS PREVENTIVAS, DE CARÁTER COLETIVO, PARA EVITAR A OCORRÊNCIA DE ACIDENTES NAS ETEs

UNIDADE DA ETE	Sim	Não	Observações
GRADE SIMPLES (GRADE GROSSEIRA)			Há guarda-corpos, em torno das aberturas no piso?
			Há grelhas, sobre as aberturas no piso?
			Há guarda-corpos, nas escadas de acesso?
GRADE MECANIZADA			Há guarda-corpos, em torno das aberturas no piso?
			Há grelhas, sobre as aberturas no piso?
			Há proteção nas partes móveis?
CAIXAS DE AREIA (DESARENADORES)			Há guarda-corpos, em torno das aberturas no piso?
			Há guarda-corpos, nas escadas de acesso?
			Há guarda-corpos, nas passarelas de acesso?
			Há proteção nas partes móveis?
ELEVATÓRIA DE ESGOTOS/LODO			Há guarda-corpos, em torno das aberturas no piso?
			Há guarda-corpos, nas escadas de acesso?
			As instalações elétricas são à prova de explosão?
			Há extintores de incêndio?
			Há proteção nas partes móveis?
DECANTADORES PRIMÁRIOS			Há guarda-corpos, em torno do decantador?
			Há guarda-corpos, nas passarelas de acesso?
			Há bóias salva-vidas, nas passarelas de acesso?
DECANTADORES SECUNDÁRIOS			Há guarda-corpos, em torno do decantador?
			Há guarda-corpos, nas passarelas de acesso?
			Há bóias salva-vidas, nas passarelas de acesso?

(CONTINUAÇÃO)

UNIDADE DA ETE	Sim	Não	Observações
TANQUE DE AERAÇÃO DE LODO			Há guarda-corpos, em torno do tanque de aeração?
			Há guarda-corpos, em ambos os lados das passarelas de acesso?
			Há bóias salva-vidas, nas passarelas de acesso?
			Há guardas de proteção, em torno dos eixos de acoplamento dos motores?
PÁTIO DA ETE			Há guarda-corpos, ao longo dos canais abertos?
			Os poços de visita possuem tampas?
			Há hidrantes, para combate a incêndios?
DIGESTORES DE LODO			Há guarda-corpos, no topo?
			Há guarda-corpos, nas escadas de acesso ao topo?
			Há guarda-corpos, nas passarelas que interligam o topo?
			Há extintores de incêndio, no topo?
			Há avisos de "proibido fumar", nas escadas de acesso e no topo?
			Há válvulas corta-chamas e válvulas de alívio de pressão, na canalização de gás que interliga os digestores aos queimadores de gás?
GASÔMETRO			Há guarda-corpos, no topo?
			Há guarda-corpos, nas escadas de acesso ao topo?
			Há extintores de incêndio, nas proximidades?
			Há avisos de "proibido fumar", nas proximidades, nas escadas de acesso ou no topo?
QUEIMADORES DE GÁS DO LODO			Há extintores de incêndio, nas proximidades?
			Os queimadores de gás estão afastados mais do que 20 metros das demais unidades ou edifícios da ETE?

DADOS RELATIVOS ÀS ATIVIDADES DO SERVIÇO ESPECIALIZADO EM SEGURANÇA E EM MEDICINA DO TRABALHO

Sim	Não		Observações
		A ETE possui postos de socorro de urgência?	
		A ETE possui caixas de primeiros socorros?	
		Os operadores da ETE são treinados para prestação de primeiros socorros?	
		Existe uma programação para vacinação de todos os operadores contra tétano?	
		Existe uma programação para vacinação de todos os operadores contra tifo?	
		São feitos exames médicos pré-admissionais, nos operadores de ETEs?	
		São feitos exames médicos periódicos, nos operadores de ETEs?	
		Existe um programa específico de segurança do trabalho, para operação de ETEs?	

DADOS RELATIVOS ÀS ATIVIDADES DO SERVIÇO DE SEGURANÇA PATRIMONIAL

Sim	Não		Observações
		Existe um sistema de vigilância organizado, para evitar a entrada de pessoas estranhas na ETE?	

A N E X O - 2

FORMULÁRIO PARA REGISTRO DE
ACIDENTES OCORRIDOS NAS ETES

Nome da ETE	Data	Hora	Unidade da ETE	Função do acidentado	Serviço executado	Descrição do acidente

A N E X O - 3

FORMULÁRIO PARA REGISTRO DAS DETERMINAÇÕES FEITAS NO AMBIENTE DE TRABALHO, RELATIVAS AOS NÍVEIS DE ILUMINAMENTO, DE RUÍDO, DE EXPLOSIVIDADE, E DE CONCENTRAÇÃO DO GÁS SULFÍDRICO

Nome da ETE	Data	Hora	Unidade da ETE	Ruído (dB(A) Slow)	Iluminação (lux)....	Explosividade (% LEL).....	Gás Sulfídrico (ppm)

A N E X O - 4

EXEMPLOS DE ACIDENTES OCORRIDOS EM
ETEs DOS ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA

1. Em 25 de abril de 1915, em Ocean Grove, ocorreu uma explosão seguida de um incêndio, em um tanque de digestão de lodo.

Um grupo de inspeção tinha entrado nesta unidade, e, aparentemente, alguém riscou um fósforo. Houve um clarão, seguido de uma explosão. Três Homens morreram.¹⁶

2. Em outubro de 1930, em Mount Ephraim, um fósforo aceso foi, aparentemente, arremessado em um tanque de digestão de lodo, causando uma explosão com danos materiais. Ninguém se acidentou.¹⁶

3. Em 2 de outubro de 1931, às 11:25 horas, uma explosão de 2 tanques de digestão de lodo, na Estação de Tratamento de Esgotos de Woonsocket, fez romper os seus topos e matou 2 homens.

A causa exata da ignição do gás e da explosão não foi determinada. O tanque que explodiu estava parcialmente vazio. As tampas do topo tinham sido abertas, e havia um homem parado em um degrau da escada de aço (ou ferro), dentro do tanque, fazendo uma inspeção. O outro homem que tinha saído, permaneceu parado no topo do tanque. O homem que estava dentro do tanque não utilizava nenhuma ferramenta.

Havia, ainda, cerca de 90 centímetros de lodo parcialmente digerido, no tanque, e toda a estrutura estava úmida, naquele momento.

A queima do gás, tinha sido interrompida, antes da inspeção e explosão ocorrerem.

As solas dos sapatos, usados pelos homens dentro do tanque, eram de borracha.

A explosão ocorreu, provavelmente, devido a um descuido, por parte dos trabalhadores, os quais poderiam ter riscado um fósforo, quando entraram no tanque.^{16, 39}

4. Em 4 de maio de 1932, em Lima, ocorreu um acidente com vítimas, em uma Estação de Tratamento de Esgotos.

O local do acidente foi um poço de amostragem de lodo, construído adjacente ao digestor.

O poço de visita estava equipado com uma tampa com dobradiça, e não possuía nenhuma ventilação.

Um operador entrou, para obter amostras do lodo, e foi envolvido pelos gases, e, como consequência, caiu, fraturando o crânio.

Um Engenheiro Consultor, que trabalhava próximo ao local, tentou salvá-lo, mas também foi envolvido pelos gases.

Ambos foram removidos pelos bombeiros, que se utilizaram de máscaras contra gases.

O operador sobreviveu, mas faleceu devido ao acidente causado pela queda. O Engenheiro não pôde ser salvo.^{16, 24}

5. Em 3 de março de 1935, em Collingswood, ocorreu uma explosão no tanque de digestão de lodo, quando o líquido deste tanque estava sendo removido.

O ar entrou no tanque, através de uma canalização de aço que estava aberta.¹⁶

6. Em 13 de fevereiro de 1936, em Bristol, a cobertura da Estação de Tratamento de Esgotos foi para os ares, devido a uma mistura de gases do lodo e ar, no edifício de manobras.¹⁶

7. Em 12 de novembro de 1938, em Dayton, ocorreu uma explosão de gases em uma galeria coberta, na qual existiam canalizações de lodo, de gás do lodo e de água.

Esta galeria estava conectada, através de suas extremidades, a casas de controle, nas quais existiam motores elétricos e equipamentos de controle.

A explosão ocorreu às 5:00 horas. Felizmente, não houve vítimas, mas a força explosiva jogou partes da cobertura da galeria a distâncias de 18 a 22 metros.

Investigações posteriores, revelaram que o gás do lodo passou ligeiramente pelas válvulas do tubo em U, e entrou na galeria, explodindo devido a faíscas geradas por um motor elétrico.^{16, 24}

8. Em 1940, uma explosão do gás do digestor, em uma Estação de Tratamento de Esgotos de Michigan, foi causada por um operador, quando ligou a chave para ativar o mecanismo de movimentação do lodo do digestor. A chave formou um arco elétrico que foi o responsável pela ignição da mistura explosiva de gases, ali existente.

Para evitar novas ocorrências semelhantes a essa, ventiladores foram instalados nestes locais, para trocar o ar a cada 2 a 2^{1/2} minutos, e todos os equipamentos elétricos foram recolocados, com dispositivos à prova de explosão.²⁶

9. Em 26 de abril de 1940, em Traverse City, uma explosão do gás do digestor feriu gravemente um operador que foi arremessado a 7,50 metros do edifício. Ele caiu de uma altura de aproximadamente 4,20 metros, no aterro circunvizinho ao digestor. Os prejuízos à sala e equipamentos de controle não foram sérios.¹⁶

10. Em abril de 1943, em Fargo, houve uma explosão no edifício principal de operações, causando prejuízos de cerca de 9000 dólares.

O gás do tanque de digestão de lodo foi suposto ter escapado para dentro do edifício, pelo tubo em U, o qual não era canalizado para o ambiente externo. A fonte de ignição não foi identificada.¹⁶

11. Em 3 de junho de 1943, em Lebanon, um operador da Estação de Tratamento de Esgotos foi queimado gravemente, ao acender um cigarro, dentro de uma casa de bombas, cheia de gás.¹⁶
12. Em fevereiro de 1944, em Albert Lea, uma explosão, no edifício onde estavam situados os tanques Imhoff, causou prejuízos de cerca de 10.000 dólares, ferindo, gravemente, dois operadores.¹⁶

13. Em 4 de outubro de 1944, às 23:06, ocorreu uma explosão na Estação de Tratamento de Esgotos de Monroe.

O esgoto afluente a esta Estação continha uma grande quantidade de resíduos industriais. A ETE tratava os resíduos, a nível de tratamento primário.

No momento da explosão, havia um operador na ETE. Ele tinha feito uma investigação de rotina na sala das caldeiras, e retornou ao escritório.

Durante esta investigação, ele não detectou nenhum odor de gás.

Após a explosão ter ocorrido, o operador da ETE foi encontrado em estado de choque e com um corte nos supercílios. Felizmente, o acidente não foi grave para o operador, e, após uma semana, ele pôde retornar ao seu turno regular.

O efeito da explosão, semelhante a um tremor de terra, quebrou vidros das janelas e fez outros estragos, na região circunvizinha.

A explosão foi notada na cidade, a uma distância de mais ou menos 3 quilômetros da Estação.

Às 23:20, aproximadamente, a energia elétrica da ETE foi cortada, para remover toda a possibilidade de uma explosão secundária, devido à quebra da canalização principal de gás ou, devido às outras condições que originaram a primeira explosão.

A explosão, certamente, ocorreu na sala de controle, localizada ao lado da casa de bomba principal. Isto foi o que aparentou ter acontecido, tendo em vista a forma com que se apresentaram os prejuízos.

O gás, aparentemente, se acumulou no edifício da sala de controle, e entrou em ignição ali.

Entre as teorias de como o gás se acumulou, destacam-se as seguintes: vazamento de uma canalização de gás defeituosa; acumulação, no poço, de gases trazidos pelas águas residuárias; e escapamento do gás, através de um tubo em U, com selo hídrico, localizado na canalização de gás.

Os tubos em U tinham sido instalados pouco tempo após a ETE entrar em operação, para substituírem as válvulas automáticas de condensados, que não haviam funcionado satisfatoriamente. Eles foram projetados para terem uma coluna de água suficiente para resistir a pressões normais. Entretanto, podem ter ocorrido pressões anormalmente altas, forçando a água dos tubos, e permitindo que os gases escapassem para dentro da sala de controle.

As instalações elétricas e os motores dos poços de bombeamento, não eram instalações à prova de explosão. Além disso, a ignição do gás pode ter ocorrido devido a um arco voltaico, gerado pelos pontos de contacto do interruptor flutuante da bomba do poço, ou devido a um defeito nas instalações elétricas da iluminação.

O prejuízo total estimado da Estação foi de, aproximadamente, 28.000 dólares.

Dentre as medidas preventivas adotadas, para evitar que acontecimentos deste tipo venham a ocorrer novamente, destacam-se as seguintes:

Foram instalados, na casa de bombas principal e na sala das grades, ventiladores de velocidades variáveis; e um ventilador e ventoinha (exaustor)

foram instalados na sala de controle. Todos estes equipamentos foram projetados para funcionarem constantemente, removendo os gases mais leves e mais pesados do que o ar;

Além dessa providência, instalações elétricas e motores à prova de explosão foram instalados nestes locais.

Um queimador de gás do lodo foi construído a, aproximadamente, 30 metros do edifício. Antes, o excesso de gás era dissipado no topo do edifício principal, mas achou-se que algum gás poderia ser levado para dentro do mesmo, sob certas condições atmosféricas.

Um melhor tipo de válvula corta-chamas foi instalado na canalização de gás.^{16, 20, 26}

14. Em 19 de novembro de 1945, em Herkimer, uma explosão arrebentou a cobertura de um tanque de digestão primária.

A mistura explosiva de gás do lodo e ar, supõe-se ter sido incendiada por um bulbo de lâmpada elétrica que se quebrou.

Um trabalhador se acidentou na explosão, e três outros escaparam, por pouco, de se acidentarem gravemente.¹⁶

15. Em meados de 1946, em um Estado próximo a Kansas, um garoto afogou-se em um tanque de acumulação de lodo.

O local da Estação de Tratamento de Esgotos não estava protegido, por um cercado, e nenhuma medida preventiva existia, para evitar que as crianças entrassem na área, com o objetivo de buscar as suas bolas de futebol.

A bola foi encontrada na espuma do lodo, a qual não estava mexida, exceto no local onde o garoto havia caído.²⁶

16. Em 1947, em Illinois, um operador da Estação de Tratamento de Esgotos, descuidadamente, arremessou um fósforo dentro da câmara do desintegrador da ETE. Como resultado o operador queimou-se, mas, felizmente, somente os cabelos e pestanas ficaram chamuscados.

Encontrou-se gás proveniente de 2 vazamentos em instalações de gás propano, o qual estava penetrando na rede de esgoto.

Tal gás, identicamente a muitos outros gases do esgoto, é mais pesado do que o ar, e, portanto, continuou a se mover com a corrente do esgoto, até atingir a ETE.²⁶

17. No verão de 1948, na Estação de Tratamento de Esgotos de Columbus Grove, vapores de gasolina, aparentemente, foram incendiados por um arco elétrico de um interruptor, quando o operador abriu a porta da sala das grades. Este interruptor ligava o ventilador mecânico para ventilar a sala.

Então, paradoxalmente, um equipamento de segurança foi o instrumento que causou o acidente para o operador. Este sofreu queimaduras tão graves, que a ele foi garantida a incapacidade total, pelo Estado.^{4, 26}

18. Em 1948, um operador foi encontrado morto, em um poço de medição da ETE.

O operador tinha entrado no poço, para fazer a leitura de rotina.

Como ele não retornou, após uma hora ou mais, seus companheiros de trabalho iniciaram uma busca, e o encontraram no poço de medição, onde uma deficiência de oxigênio existia.²⁶

19. Em 30 de abril de 1956, perto de Bakersfield, ocorreu uma explosão do gás do lodo. A mesma foi

causada por um maçarico de soldador, no topo de um digestor, parcialmente vazio. O soldador morreu, o superintendente da construção se acidentou, e o topo do digestor de cobertura fixa foi abalado.

Este acidente ocorreu mesmo tendo havido, a alguns dias antes da explosão, uma discussão relativamente aos perigos envolvidos nos trabalhos realizados em digestores e aos métodos para evitá-los.

Estiveram nesta reunião o Empreiteiro, o Engenheiro Residente, o Engenheiro Consultor e o Operador Chefe da ETE.

No momento do acidente, esses profissionais não estavam presentes. Eles disseram que não sabiam que o trabalho no digestor estava sendo realizado naquela ocasião, e que não tinham conhecimento de que se pretendia usar maçaricos, para a efetuação de tais serviços.¹⁶

20. Em 27 de junho de 1956, a casa de controle da Estação de Tratamento de Esgotos de Morgan Hill, foi quase completamente demolida por uma explosão de gás. Não houve confirmação de terem havido vítimas.

O equipamento, para remoção de gases, não tinha sido instalado, e acredita-se que os gases acumulados tenham sido incendiados pelo equipamento elétrico.¹⁶

21. Em 1960, gases tóxicos de uma elevatória de lodo, mataram um trabalhador da ETE de Gloversville. Após a ocorrência deste acidente, foi providenciada a instalação de ventilação forçada e de outros dispositivos de segurança, neste local.⁴³

22. Em 1968, ocorreu uma explosão na ETE de Blast Rips Olean.

Foi necessária a evacuação de emergência, de quase 2.400 pessoas, moradoras em uma área com 42 blocos residenciais vizinhos à ETE.

Embora ninguém tenha se ferido, 5 homens tinham estado no edifício, 45 minutos antes da ocorrência da explosão que o demoliu.

Um vazamento de gasolina, ocorrido dentro do esgoto da cidade, atingiu o afluente da Estação de Tratamento de Esgotos.

A ignição, de origem desconhecida, provocou a destruição das estruturas da ETE, e atemorizou a cidade inteira.⁴³

23. Em 1970, na cidade de Nashville, ocorreu um acidente, com danos materiais, na Estação Central de Tratamento de Esgotos.

Os empregados da Estação detectaram, ao amanhecer, um odor de gasolina, e notificaram o fato ao Superintendente da Estação.

Todo o pessoal da ETE foi avisado para não fumar, e, procurou-se saber, nas Companhias de Combustíveis locais, se elas haviam descarregado gasolina, no sistema de esgotos sanitários.

Mais tarde, o odor não estava tão ativo, o que fez pensar, ao pessoal da Estação, que somente uma pequena quantidade de gasolina havia sido descarregada no sistema, sendo percebida na ETE.

Às 6:25, aproximadamente, dois empregados iniciaram o ajuste da grade principal. Ao deixarem o edifício de controle, ouviram uma explosão e viram um clarão vermelho. Correram, então, para a casa de controle da ETE, para avisar ao operador que o compartimento da grade principal havia explodido.

O operador deu início à paralização de emergência dos serviços de tratamento, e desligou toda a energia elétrica da ETE. Chamou, a seguir, o

Engenheiro Chefe e o Corpo de Bombeiros.

Todos os empregados deixaram o edifício principal para protegerem-se de algum provável risco de explosão.

Quando o último homem deixou a sala de controle, a segunda explosão causou consideráveis danos para a estrutura do edifício.

A Estação de bombeamento principal explodiu, o telhado da mesma foi lançado para o ar, e as vigas caíram. Todas as janelas tiveram os seus vidros quebrados, e os tijolos do peitoril das paredes se quebraram, saindo os seus pedaços pelo teto da sala de controle, causando buracos nele.

Os vidros das janelas da área de escritórios se quebraram, as portas de aço ficaram torcidas, e uma laje reforçada de concreto, de 45 centímetros, foi completamente destruída.

Esta laje situava-se no teto do compartimento interno da grade, no poço de bombeamento.²¹

24. Em 1974, um derramamento de cerca de 53.000 litros de gasolina penetrou nas galerias combinadas de esgotos sanitários e águas pluviais, e acabou causando uma explosão no poço úmido da ETE de Nashville.

A Estação foi colocada praticamente fora de ação durante muitos meses. O corpo receptor do efluente da ETE recebeu as águas residuárias sem tratamento, durante diversos meses, enquanto os reparos necessários eram feitos.³⁸

25. Um digestor de lodo estava sendo bombeado, antes de ser consertado.

A bomba falhou, na tomada de sucção, e uma lâmpada elétrica foi abaixada dentro do tanque, para ser verificado se a válvula de pé estava coberta, ou obstruída. Uma séria explosão ocorreu.

Não se tem certeza do que aconteceu exatamente, mas crê-se que o bulbo da lâmpada tenha oscilado no final da corda, podendo ter-se quebrado e causado uma faísca, ocasionando a explosão.²⁶

26. Na Estação de Tratamento de Esgotos de Findlay, todos os interruptores de controle do digestor e da iluminação foram trocados por outros com dispositivos à prova de explosão.

Isto foi feito somente após um operador ter-se acidentado gravemente, em uma explosão ocorrida na sala de controle, causada pelo desligamento da luz.^{4, 26}

27. Em uma ETE, um auxiliar de operador foi envolvido pelos gases do lodo, quando transferia o lodo primário para um recipiente alimentador, antes de bombeá-lo para o digestor.

Ele permaneceu consciente, o bastante para conseguir fechar o registro do lodo e, então, escapou de se afogar no lodo bruto.

Mais tarde, uma coifa exaustora foi instalada no local para evitar que ocorrências deste tipo se repetissem.^{4, 26}

28. Uma explosão ocorreu, na galeria próxima ao digestor da ETE.

O operador esteve na área, poucos minutos antes de tal acontecimento, e estava voltando a este local. Ele teve bastante sorte, escapando de um grave acidente.³⁵

29. Uma janela de aço se desprende, e caiu sobre uma passarela.

Um operador, tentando inspecionar um tanque, tropeçou na mesma e caiu dentro dele, após ter perdido o equilíbrio.

Ele não sabia nadar, mas conseguiu sair do tanque, com a ajuda de terceiros.

Este poderia ter sido um caso fatal, se não houvesse ninguém na Estação.⁴

30. Em uma Estação de Tratamento de Esgotos, onde uma unidade de digestão de lodo estava sendo reformada, ocorreu um acidente, causando a morte de 3 trabalhadores por envenenamento pelo gás sulfídrico.

Para facilitar a pintura dos reservatórios de gás foi introduzida água nos digestores, fazendo com que os reservatórios se elevassem pela ação do ar comprimido pela mesma. Para transferir a água de um tanque para outro, foi necessária a operação de um registro situado em uma câmara. Dois homens, um funcionário do Engenheiro residente e um operador da ETE, entraram na câmara, para operar o registro, sem avisar o pessoal da operação.

Algum tempo decorreu, antes de investigarem em que lugar estavam os dois homens, e o que estavam fazendo.

Um terceiro homem, notando que a tampa tinha sido removida, olhou para dentro da câmara, e pôde ver os companheiros de trabalho, no fundo da mesma. Tentou socorrê-los, sem aparelhos respiratórios adequados, e foi, também, envolvido pelos gases, morrendo. Não houve nenhum entendimento entre os administradores da construção e os administradores da operação, e nenhum teste preliminar, ou procedimento de segurança tinha sido efetuado.³⁶

31. Um trabalhador que exercia as suas atividades sozinho, em uma Estação de Tratamento de Esgotos rural, escorregou e quebrou as pernas, durante uma determinada tarde. Como vivia isolado, sua ausência não foi notada, até ser encontrado no outro dia.³⁶

32. Em Marshfield, uma explosão em um digestor de cobertura fixa levantou e destruiu o seu topo. O operador de um edifício adjacente foi arremessado lateralmente ao mesmo, ferindo-se, mas não gravemente.¹⁶

A N E X O - 5

EXEMPLOS DE ACIDENTES OCORRIDOS NO INTERIOR DE ALGUMAS ETEs PER
TENCENTES ÀS 3 COMPANHIAS DE SANEAMENTO INCLUÍDAS NA PESQUISA

- 1 - Em 5 de maio de 1977, um operador se acidentou, às 21:30 horas, ao efetuar a limpeza do filtro biológico. O braço de aspersão do filtro encontrava-se em movimento, e o servidor caminhou de costas para subir sobre o mesmo, tendo escorregado e caído. Sua perna esquerda ficou presa entre o braço de aspersão e as pedras, causando ferimento contuso na perna e no pé.
- 2 - Em 7 de janeiro de 1979, um operador se acidentou, às 5:30 horas, quando enrolava uma mangueira, no interior do poço de sucção das bombas. Ao descer as escadas de acesso ao poço, escorregou, torcendo o pé esquerdo.
- 3 - Em 13 de janeiro de 1979, um operador se acidentou, às 12:00 horas, quando fazia a leitura de equipamentos. Ele tropeçou no degrau da escada, e torceu o tornozelo esquerdo.
- 4 - Em 16 de janeiro de 1979, um operador se acidentou, às 15:00 horas, quando efetuava a inspeção da conservação dos jardins. Ele bateu com a perna no registro de irrigação, causando escoriações e contusões na perna direita.
- 5 - Em 18 de janeiro de 1979, um operador se acidentou, às 7:55 horas, quando se dirigia ao relógio de ponto, para marcar a entrada. Ele escorregou no piso de paviflex, torcendo o tornozelo esquerdo.

- 6 - Em 27 de janeiro de 1979, um operador se aciden
tou, às 17:00 horas, quando efetuava a limpeza
no piso do adensador de lodo. Ao efetuar esta
tarefa, ele escorregou, vindo a cair. Na que
da, tentou apoiar o corpo no braço, fraturando
o braço direito.
- 7 - Em 1º de fevereiro de 1979, um operador se aci
dentou, às 15:30 horas, quando fazia uma inspe
ção de rotina, no sistema de distribuição de
água. Ele estava verificando os hidropneumáti
cos da ETE, que se encontravam com um pequeno
vazamento de água no visor de vidro, quando es
te quebrou-se, cortando-lhe o dedo mínimo da
mão direita.
- 8 - Em 5 de fevereiro de 1979, um operador se aci
dentou, às 9:30 horas, quando estava atuando no
bombeamento da espuma para o digestor. Ele se
acidentou, ao descer os degraus da escada de
mão, pois a escada se movimentou, desequilibran
do-o. Na queda, ele distendeu a coxa direita.
- 9 - Em 5 de fevereiro de 1979, um operador se aci
dentou, às 14:15 horas, quando fazia a coleta
de esgotos para o laboratório. Ele torceu o pé
direito, ao subir a rampa de acesso ao laboratô
rio.

- 10 - Em 14 de abril de 1979, um operador se acidentou, às 15:30 horas, quando efetuava a manobra dos digestores. Ao descer as escadas de acesso ao digestor, escorregou nos degraus, causando torção no pé direito.
- 11 - Em 19 de outubro de 1979, um operador se acidentou, às 9:00 horas, quando fazia a lavagem de um dos canais da ETE. Ele escorregou, e caiu, ferindo-se. Contundiu a perna esquerda e sofreu escoriações no braço esquerdo.
- 12 - Em 24 de janeiro de 1980, um operador se acidentou, às 17:22 horas, quando fechava a caixa de passagem de efluentes. A tampa escorregou de sua mão esquerda, caindo sobre os seus dedos anular e médio.
- 13 - Em 4 de fevereiro de 1980, um operador se acidentou, às 10:55 horas, ao abrir o poço de visita situado junto à grade grosseira, auxiliado por outros. A tampa escorregou de suas mãos e bateu nos seus dedos anular e médio da mão esquerda.
- 14 - Em 25 de abril de 1980, um operador se acidentou, às 18:00 horas, quando efetuava a tarefa de ligação das bombas, em uma das elevatórias da ETE. Ao subir a escada para ligar as bombas, escorregou, caindo sobre o braço esquerdo, que sofreu uma torção.