

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL - ABES

**ANALS DO VI SIMPÓSIO  
LUSO-BRASILEIRO DE ENGENHARIA  
SANITÁRIA E AMBIENTAL**

Florianópolis - SC, 12 a 16 de junho de 1994

VOL. 1 = TRADING TECHNIQUES - TRADING

Capa: ABES

Rio de Janeiro - RJ - Brasil

卷之三

Revista Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental

ARK - Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos

EDUCATIONAL PERSPECTIVES

卷之三

E permitida a reprodução total ou parcial, por quaisquer meios,  
citando-se a fonte.

Reservados todos os direitos de tradução e adaptação  
copyright © 1994 by Associação Brasileira de Engenharia  
Sanitária e Ambiental

ANÁIS DO VI SIMPÓSIO  
LUSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA  
SANITÁRIA E AMBIENTAL

Florianópolis - SC, 12 a 16 de junho de 1994

VOL. 1 - TRABALHOS TÉCNICOS - TOMO II

Direitos desta edição:  
Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental - ABES

Av. Beira Mar, 216 - 13º andar  
20021-060 - Rio de Janeiro - RJ - Brasil  
Tel.: (021) 210-3221  
Telefax.: (021) 262-6838

Impresso no Brasil/Printed in Brazil

"Depósito Legal na Biblioteca Nacional conforme decreto nº 1825,  
de 20 de dezembro de 1907."

**ALTERNATIVAS PARA TRATAMENTO DE DESPEJOS QUÍMICOS GERADOS NOS LABORATÓRIOS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**

**REJANE HELENA RIBEIRO DA COSTA (\*)  
HENRY XAVIER CORSEUIL (\*\*)**

**CURRÍCULO**

(\*) Graduado em Engenharia Civil pela Universidade Federal da Paraíba (1976), Mestre em Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos - USP (1980). Doutor - Ingénierie du Traitement et de l'Epuration des Eaux - INSA - Toulouse - França (1989). Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina.

(\*\*) Graduado em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Santa Maria (1980). Mestre em Recursos Hídricos e Saneamento pelo Instituto de Pesquisas Hidráulicas da UFRGS (1980). PhD. em Engenharia Ambiental pela The University of Michigan, EUA (1992). Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina.

**ENDERECO:** DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA.  
CAMPUS UNIVERSITÁRIO - Trindade

Caixa Postal 476

Cep: 88040-900 - Florianópolis - SC.

**RESUMO**

Este trabalho trata de pesquisas realizadas no período de 12 meses a partir de dezembro de 1992, surgidas da necessidade de encontrar-se alternativas para o tratamento dos despejos químicos gerados dos laboratórios da UFSC, que são lançados nos corregos que formam a bacia hidrográfica do Campus, indo parar no mangue do Itacorubi - zona de preservação ambiental permanentemente sob a guarda da propria Universidade.

Foram levantados dados de quantificação e qualificação dos despejos, nos diversos Centros de Ensino e Unidades Administrativas possuidores de laboratório. A produção máxima semestral é de aproximadamente 4320 L para os despejos inorgânicos e de 2745 L para os despejos orgânicos.

A variedade de análises químicas efetuadas nos laboratórios torna esses despejos com características peculiares, com valores de pH muito baixos (0,1) ou muito elevados (13-14), possuindo forte potencial tóxico devido a presença de metais pesados como: Mercúrio, Cromo, Prata, Chumbo, etc. e de compostos químicos orgânicos como: álcool, eten, cloroformo, metanol, formaldeído e xilo.

Os resultados obtidos apontam para escolhas de alternativas simplificadas de tratamento desse efluentes, como a diluição e a precipitação química para os efluentes inorgânicos e incineração para os efluentes orgânicos tóxicos.

## **1 - INTRODUÇÃO:**

A expansão da Universidade Federal de Santa Catarina através da criação de novos cursos de graduação e pós-graduação, com a implementação de novos laboratórios de pesquisa, contribui para o aumento do volume dos resíduos químicos que são lançados na bacia do rio Iaçorubí onde está localizado o Campus Universitário.

Os rios formadores desta bacia possuem em seu estuário uma região de mangues, que estão sob a guarda da própria Universidade, sendo área de preservação permanente. Este trabalho surgiu da necessidade de encontrar-se soluções economicamente viáveis de tratamento dos despejos químicos gerados nos laboratórios da UFSC, que possam ser aplicados a curto prazo, minimizando o impacto ambiental produzido pelo lançamento dos despejos nos corpos receptores da bacia.

## **OS OBJETIVOS DESTE TRABALHO SÃO:**

- 1 - Quantificar a carga poluidora proveniente dos laboratórios da UFSC.
- 2 - Esquadrar alternativas de tratamento, simplificadas e econômicas, que atendem aos padrões de lançamento de efluentes líquidos, estabelecidos na Legislação Ambiental do Estado de Santa Catarina.
- 3 - Proteger o sistema de mangues do Iaçorubí do lançamento dos despejos de laboratórios da UFSC.

## **2 - EVOLUÇÃO DO PROBLEMA:**

O Campus Universitário da Universidade Federal de Santa Catarina está inserido na bacia hidrográfica do rio Iaçorubí, sendo sua localização na sub-bacia formada pelos canais de drenagem do ribeirão Três Córregos, sua última compreendendo uma área de 4 Km<sup>2</sup>. Situada em zona de expansão imobiliária, essa sub-bacia abriga parte dos bairros Pantanal, Carvoeira, Iaçorubí e Trindade, além do próprio Campus Universitário. São estimadas em torno de 30.000 pessoas contribuintes nessa bacia, das quais 15.000 circulam no Campus.

Levantamento da qualidade das águas desses canais foram executados com o objetivo de apresentar conclusões e recomendações, para sanar os problemas de saneamento do Campus Universitário e bairros adjacentes e para conservação dessa sub-bacia, diminuindo principalmente o incremento de poluição do ambiente de mangues, onde as águas são lançadas, através de medidas de curto e médio prazo (Costa, 1983; Belli, 1988).

A preocupação da UFSC na preservação da qualidade das águas dos canais de drenagem dessa sub-bacia, levou em 1989 à elaboração de um projeto para coleta e tratamento dos esgotos sanitários conjuntos, do Campus Universitário e da Eletrosul (UFSC/ETUSC, 1990). A falta de verbas para execução da obra e a importância de tal projeto foram amplamente discutidas, de modo que em abril de 1992 foi assinado um programa de cooperação técnica e financeira entre a UFSC e a Companhia Catarinense de Águas e Saneamento - CASAN, no sentido de buscar-se soluções aos graves problemas ocasionados pela geração de esgotos no Campus da UFSC e bairros cireunvizinhos (Bacia F - CASAN), que estão provocando impactos ambientais comprometedores ao ecossistema do mangue do Iaçorubí, em particular, e contribuindo para a poluição das praias da Baía Norte da Ilha de Santa Catarina.

Essas soluções estão sendo baseadas e contam com o apoio de agências financeiras internacionais, fomentadoras de recursos para as questões relativas ao saneamento básico. No entanto são medidas de longo prazo, permanecendo a questão usual de poluição das águas da bacia.

Atualmente, a UFSC possui 8 centros de ensino, diversas unidades administrativas e um Hospital Universitário. Com excessão desse último que possui estação de tratamento, todos os prédios são projetados e construídos quando da criação de cada nova unidade de ensino ou administrativa. O surgimento de novos cursos com novos laboratórios e reformas dos antigos prédios, além do incremento na população do Campus, faz com que os sistemas de tratamento desses esgotos, através de fossas, encontrem-se saturados, servindo apenas como caixa de passagem.

Essa situação não é infeliz para um Campus Universitário. ENNES (1993), retrata um perfil das infra-estruturas sanitárias de campus Universitários, onde questões sanitárias muito sérias ocorrem, mesmo nas instituições de ensino mais antigas e mais aparelhadas do Brasil.

Alguns departamentos de ensino da UFSC, possuidores de laboratórios geradores de despejos químicos, levaram, em meados de 1992, suas preocupações à Administração da UFSC quanto ao destino desses efluentes. Foi proposto então um estudo de alternativas para tratamento desses despejos, cujas soluções seriam adotadas como medidas de curto prazo. Essa iniciativa na busca de soluções para os problemas de poluição em questão, aos conteúdos dos cursos de graduação e pós-graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental, respectivamente, servindo de exemplo também para outros programas de ensino dos departamentos de Biologia, Química, Saúde Pública e Engenharia Química.

### 3 - QUANTIFICAÇÃO E QUALIFICAÇÃO DOS DESPEJOS:

Inicialmente foram levantados dados quanto a produção dos despejos químicos dos diversos laboratórios, bem como de seus elementos componentes. As dificuldades encontradas nesse levantamento foram muitas: a inexistência de um cadastro de controle de consumo de reagentes químicos, frequência das análises, variedades de pesquisas e trabalhos de consultoria, são exemplos frequentes no cotidiano de cada laboratório consultado.

Constatou-se, no entanto, que alguns laboratórios já adotam medidas no sentido de minimizar o efeito poluidor de seu despejos, como por exemplo: a neutralização e/ou a diluição de despejos ácidos e despejos alcalinos, a recuperação de solventes, o estoque de despejos orgânicos tóxicos, a disposição no solo de nutrientes e a autoclavagem de material de culturas microbiológicas. São porém medidas pontuais e não constituem rotina nesses mesmos laboratórios que as efetuam. Os dados cadastrados nos diversos laboratórios estão resumidos no quadro 1 abaixo.

Unidade	Departamento	Produção de Despejo (l/sem.)	Tipo de Despejo Químico
1 - Imprensa		300	inorgânico
2 - CCE	Jornalismo	300	inorgânico
3 - CCS		20	orgânico
4 - CCB	Biologia	1500	orgânico
5 - CCA	Engº Rural	200	inorgânico
6 - CTC	Agronomia		
	Engº Elétrica	20	inorgânico
	Engº Medicina	80	inorgânico
	Engº Química	800	inorgânico
	Engº Sanitária	1100	inorgânico
7 - CFM	e		
	Ambiental		
	Física	25	orgânico
	Química	1200	orgânico
	Matemática	1500	inorgânico

Quadro 1 - Produção máxima semestral de despejos químicos gerados nos laboratórios da UFSC.

A produção máxima semestral de despejos químicos gerados nos laboratórios da UFSC é totalizada em:

- despejos inorgânicos = 4320 l

- despejos orgânicos = 2745 l

Os despejos inorgânicos possuem os seguintes elementos:

- cátions:  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Al}^{+3}$ ,  $\text{As}^{+3}$ ,  $\text{Ba}^{+2}$ ,  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Cr}^{+3}$ ,  $\text{Cr}^{+6}$ ,  $\text{Cd}^{+2}$ ,  $\text{Cu}^{+2}$ ,  $\text{Fe}^{+2}$ ,  $\text{Fe}^{+3}$ ,  $\text{Hg}^{+2}$ ,

$\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ,  $\text{Mn}^{+2}$ ,  $\text{Ni}^{+2}$ ,  $\text{Pb}^{+2}$ ,  $\text{Sn}^{+2}$ ,  $\text{Zn}^{+2}$ .

- ânions:  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{F}^-$ ,  $\text{I}^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ .

- detergente; anfônicos, caustônicos e nitrônicos.

Os valores de pH desse despejos encontram-se nos extremos, ou seja, linha ácida com  $\text{pH} = 0$  - 4 e linha alcalina com  $\text{pH} = 9$  - 14.

Os despejos orgânicos são constituídos principalmente por: álcool, acetona, benzina, benzeno, clorofórmio, etanol, costina, éter etílico, éter de petróleo, éter sulfúrico, fenol, formaldeído, formalina, formol, glutonaldeído, metanol, queroseene e xitol. Há também a presença de gorduras, óleos e corantes.

## 4 - ESTUDO DE ALTERNATIVAS PARA TRATAMENTO DOS DESPEJOS INORGÂNICOS:

### 4.1 - Introdução

A variedade de análises químicas, efetuadas nos laboratórios da UFSC, torna os despejos gerados nesses laboratórios complexos, possuindo forte potencial poluidor devido aos seus elementos constituintes e valores extremos de pH. Para o estudo de alternativas de tratamento foram selecionados os despejos produzidos em maiores quantidades. Assim,

Quadro 2 - Características dos efluentes e suas misturas, após diluídas 1:1000

Procedência	pH	Cálcio (mg/l)	Magnésio (mg/l)	Sólidos Totais (mg/l)	Acidez (mg/l CO <sub>2</sub> )		Alcalinidade (mg/l)	Cloreto (mg/l)	Fe (mg/l)	Mn (mg/l)	Cr (mg/l)
						OH <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>			
1.ENS-pH=13,0 (B)	8,0	1,54	1,52	-	12,0	-	12,0	66,0	29,0	0,92	LND
2.ENS-pH=1,0 (C)	4,0	2,31	2,15	14,0	8,0	-	-	92,0	8,3	1,16	LND
3.ENS-pH=0,0 (D)	2,0	1,54	1,36	12,6	112,0	-	-	-	18,0	3,25	LND
4.ENS-mistura de (B) com (D) em 8:1- pH=6	8,0	1,54	1,44	13,0	16,0	-	-	96,0	21,3	1,41	LND
5.ENS-mistura de (B) com (C) em 1:1- pH=4	6,5	2,31	2,25	10,4	0,06	-	-	92,0	15,4	1,0	LND
6.ENS-mistura de (B), (C) e (D) em (6:1:1) pH=2,0	5,5	0,77	0,71	-	18,0	-	-	72,0	19,4	1,41	LND
7.ENQ-pH=0,0 (E)	2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	5,18	LND
8.Jornalismo- pH=9,5 (F)	7,0	-	-	-	6,0	-	-	11,0	12,6	1,00	LND
9.Imprensa-pH=3,3 (G)	7,5	-	-	0,03	8,0	-	-	104,0	6,1	1,16	LND
10.QMC-pH=4 (H)	5,3	0,77	-	-	36,0	-	-	118,0	24,4	1,33	LND
11.QMC-pH=1,0 (I)	2,8	0,77	-	-	88,0	-	-	-	62,2	1,41	LND
12.QMC-mistura de (H) com (I) em (1:1) pH=2,0	3,0	2,31	-	-	56,0	-	-	78,0	60,1	1,33	LND

procedeu-se a coleta de amostras apenas nos laboratórios dos departamentos de Química, Engenharia Química, Engenharia Sanitária e Ambiental, Jornalismo e Impressora Universitária. Procurou-se, sobretudo, utilizar técnicas simplificadas e de baixo custo, assim as alternativas escolhidas para estudo foram as de diluição dos efluentes e de tratamento através de precipitação química.

#### 4.2 - Diluição dos Efluentes:

Os efluentes foram diluídos com a água excedente dos destiladores, cujo pH está em torno de 6,5. As diluições feitas foram de 1:1000 e os efluentes separados conforme seu pH em ácidos e alcalinos. As características físico-químicas dos efluentes diluídos analisados foram: pH, Ca, Mg, Acidez, Alcalinidade de OH<sup>-</sup>, CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> e HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup>, Sólidos Totais e Metais (Fe, Mn, Cr, Cu, Pb, Ni e Zn). Para os laboratórios que apresentaram maior produção de linhas ácidas e linhas alcalinas, foram feitas misturas dos efluentes e em seguida diluição 1:1000 destas. As mesmas análises químicas, de caracterização dos efluentes diluídos, foram executadas. A metodologia das análises seguiu o "Standard Methods- 17th ed.". As análises dos metais foram feitas no espectrofotômetro de absorção atômica variam. O Quadro 2 apresenta os resultados encontrados para os efluentes e suas misturas, diluídos em 1:1000.

Uma síntese das apreciações dos resultados obtidos com essa alternativa de tratamento estudada, é apresentada no Quadro 3. Observa-se então que para os 12 efluentes analisados, a diluição de 1:1000 constitui-se em um tratamento alternativo apenas para dois efluentes(mistura B/C/D e efluente F). Contudo, vê-se que a diluição reduz as concentrações dos parâmetros analisados para valores dentro dos permitidos pela Legislação Ambiental, para 9 dos 12 efluentes analisados, restando apenas a correção de pH a ser feita. Assim, a alternativa de diluição dos efluentes apresenta-se viável nos casos dos laboratórios onde houver a possibilidade de maiores diluições, ou seja, quando existir um excesso de água(destiladores, lavagens, etc), que permita diluições superiores a 1000 vezes do efluente produzido.

Quadro 3 - Síntese dos resultados da diluição dos efluentes (1:1000)

Efluente	pH-satisfaz a Legislação	Todas as características analisadas satisfazem a Legislação (*)	Apenas a concentração de Ni está acima do exigido pela Legislação(*)
1.ENS-(B)	sim	não	sim
2.ENS-(C)	não	sim	não
3.ENS-(D)	não	sim	não
4.ENS-(B/D)-(8:1)	não	sim	não
5.ENS-(B/C)-(1:1)	sim	não	sim
6.ENS-(B/C/D)-(6:1:1)	não	sim	não
7.ENQ-(E)	não	sim	não
8.Jornalismo-(F)	sim	sim	não
9.Imprensa-(G)	não	sim	sim
10.QMC-(H)	não	não	não
11.QMC-(I)	não	sim	não
12.QMC-(H/I)-(1:1)	não	sim	não

(\*) Legislação Ambiental do Estado de Santa Catarina (Junho/1981).

#### 4.3 - Precipitação Química:

A precipitação química, para remoção de contaminantes inorgânicos das águas, é um dos processos mais usados nos tratamentos de efluentes inorgânicos. A concentração residual de contaminantes depende dos mecanismos de remoção envolvidos. A eficiência mínima de remoção é determinada pelo produto de solubilidade ( $K_{sp}$ ) para os processos de precipitação e pela concentração inicial de compostos; também são importantes a área dos flocos gelatinosos nos processos de co-precipitação e de adsorção dos elementos(Sawyer e McCarty,19).

Os principais processos de precipitação usados são(CLIFFORD, SUBRAMANIAN e SORG, 1986):

- a) coagulação e flocação em ferro e alumínio para remoção de ânions ( $HPO_4^{2-}$ ,  $H_2AsO_4^-$ ,  $HSeO_3^-$ );
- b) abrandamento com cal-soda para remoção da dureza ( $Ca^{+2}$ ,  $Mg^{+2}$ ) e de outros compostos  $F^-$ ,  $Si(OH)_3O^-$ ,  $H_2AsO_4^-$ ;  $HSeO_3^-$ ;  $CrO_4^{2-}$ , ...);
- c) precipitação de metais pesados na forma de carbonato ou de hidróxidos insolúveis em soluções alcalinas (Cr, Cu, Pb, Hg, Ni, Ag e Zn);
- d) oxidação e precipitação com cloro, ozônio ou permanganato de potássio para remoção de Fe e Mn;
- e) redução e precipitação com  $SO_2$  e hidróxidos para remoção de  $Cr^{+6}$ .
- f) precipitação eletroquímica para remoção de metais pesados (Cr, Cu, Pb, Ni e Sn).

Para os despejos dos laboratórios da UFSC, tendo em vista a sua complexidade, vários desses processos de precipitação química teriam que ser utilizados para um tratamento eficiente. No entanto, o pequeno volume de despejo produzido torna inviável economicamente a adoção dessas medidas.

Assim, procurou-se uma forma simples e econômica para a realização da precipitação química, em uma única unidade. Optou-se então pelo estudo do efluente resultante da mistura de linhas ácidas e alcalinas dos despejos gerados nos departamentos de Engenharia Sanitária e Ambiental, Engenharia Química, Jornalismo, Química e Imprensa Universitária.

Os efluentes ácidos foram misturados em proporções conforme sua produção, em seguida adicionou-se uma mistura dos efluentes das linhas alcalinas até que o pH estivesse na faixa de 6,5 a 11,0. Foram então analisados os metais pesados: Fe, Mn, Cr, Cu, Pb, Ni e Zn; dessas misturas. O Quadro 4 apresenta os resultados desse ensaios e faz uma comparação com os valores máximos permitidos pela Legislação Ambiental de Santa Catarina, para emissão de efluentes líquidos.

Quadro 4 - Resultados dos ensaios de precipitação química

Despejo	Sobrenadante + precipitação valores médios	Sobrenadada		
Parâmetro ( $\text{mg/l}$ )	pH = 0 - 1	pH = 9,5 - 13,0	pH = 6,5	pH = 9,0
Fe Total	2500	1000	38,77	37,90
Mn <sup>2+</sup>	-	-	0,07	0,46
Cr Total	1120	-	3,81	3,22
Cu Total	-	-	LND	LND
Pb Total	300	300	0,42	0,42
Ni Total	700	1000	1,06	1,27
Zn Total	300	300	0,54	5,16

(\*)Legislação Ambiental de Santa Catarina (Junho/1991)  
LND = limite não detectado

Observa-se no Quadro 4 que houve uma redução superior a 99,8% para os teores de Mn, Cr, Cu, Pb, Ni e Zn; para o efluente sobrenadante da mistura das lamas ácidas e alcalinas. Estando estes parâmetros dentro do exigido pela Legislação Ambiental já no pH = 6,5.

No caso do Ferro total a redução foi de apenas 98% em média, e os valores desse parâmetro encontrados no sobrenadante para os vários valores de pH testados, estão acima do permitido pela Legislação. Esse metal não sendo porém classificado como tóxico para o meio ambiente (Braneo, 1978), concentrações superiores às exigidas pela Legislação não produziram danos aos ecossistemas das águas receptoras desses efluentes. A quantidade de lodo produzida nesses ensaios foi muito pequena, da ordem de 1%, o que para 1 m<sup>3</sup> resulta em 10 ml. Esse todo deve ser estocado e submetido a posterior tratamento.

#### 4.3 - Conclusões:

Os estudos dessas duas alternativas apresentam soluções para o tratamento dos efluentes inorgânicos produzidos nos laboratórios da UFSC, que podem ser assim resumidos:

- a) diluição dos efluentes: Cada laboratório poderá diluir seus efluentes com a água excedente dos destiladores e/ou com a água excedente de lavagens de vidrarias. As diluições devem ser superiores a 1000 vezes a produção do efluente. O controle deve ser diariamente através do pH, o qual deve estar na faixa de 6,0 a 9,0; recomenda-se análises mensais dos teores de metais.
- b) precipitação química: Os laboratórios deverão separar seus efluentes ácidos dos alcalinos, estocá-los e enviá-los para uma central de tratamento, que fará as misturas nas proporções corretas. O controle deve ser feito através de análises de pH e de metais pesados do sobrenadante. O lodo resultante deverá ser desidratado e passar por tratamento adequado.

Recomenda-se também análises de outros metais, principalmente Hg e As e novos ensaios de laboratórios para verificação da confiabilidade estatística dos resultados.

## 5. Estudo das alternativas de tratamento para os efluentes orgânicos tóxicos

### 5.1. Introdução:

Os principais compostos orgânicos tóxicos usados nos laboratórios da UFSC são: acetona, benzeno, clorofórmio, etanol, éter, fenol, formal, metanol, e xilol. A produção semestral máxima destes efluentes foi estimada em aproximadamente 2750 litros. Praticamente metade desta produção, 1200 litros/semestre, vem dos laboratórios do Departamento de Química que tem armazenado estes resíduos desde 1990.

O tratamento de resíduos tóxicos perigosos pode ser feito através da detoxificação dos efluentes na forma em que se encontram ou através da concentração dos constituintes perigosos em um volume reduzido que então será tratado, destruído ou reutilizado. A forma de tratamento escolhida em qualquer situação dependerá de uma série de fatores que incluem a característica do efluente, o grau de tratamento necessário, e a disponibilidade e custo de materiais. Além disso o tratamento poderá ser realizado no ponto da geração dos resíduos ou em uma central de tratamento.

### 5.2. Alternativas de tratamento

Uma vez que os resíduos tóxicos orgânicos variam enormemente em composição e contêm uma diversidade de constituintes, muitas vezes várias tecnologias de tratamento são necessárias para atingir um determinado grau de tratamento exigido. As principais tecnologias disponíveis para o tratamento de compostos orgânicos tóxicos são (Oppelt, 1986): tratamento biológico, adsorção em carvão ativado, evaporação, air stripping, extração de solventes, incineração, e disposição em aterros industriais.

Nenhum estudo de laboratório foi realizado com os compostos orgânicos tóxicos da Universidade Federal de Santa Catarina. Portém, em função do pequeno volume de efluentes que são armazenados semestralmente nos laboratórios da UFSC, e dos altos custos de implantação e operação de uma estação de tratamento específica para os efluentes orgânicos tóxicos, seria mais apropriado que estes efluentes fossem enviados a uma central de tratamento para a sua disposição final.

A incineração de resíduos perigosos é um dos métodos de disposição que tem ganhado maior atenção mundialmente por sua capacidade de destruir completamente uma grande variedade de compostos químicos. Neste sistema, os efluentes são passados em câmeras a temperaturas em torno de 1000 °C por um tempo de contato de aproximadamente 3 segundos. Eficiências de destruição superiores a 99,9999% podem ser obtidas se a unidade de incineração for bem projetada e operada.

A dificuldade no uso da incineração no Brasil é o pequeno número de unidades de incineração disponíveis. A Companhia de Melhoramentos da Capital (Comcap), órgão da Prefeitura Municipal de Florianópolis que coleta o lixo da cidade, deverá recolocar em operação no ano de 1994 um incinerador central que está localizado em Santa Tereza, município de São José, a 30 Km da cidade de Florianópolis. Este incinerador poderia receber

os resíduos orgânicos tóxicos da UFSC uma vez que ele deve operar a uma temperatura de aproximadamente 900°C. Quando do início das operações do incinerador, sugere-se que sejam realizadas análises para otimizar a destruição térmica dos compostos orgânicos provenientes dos laboratórios da universidade.

#### Referências bibliográficas

- OPPELT, E.T.(1986). "Hazardous waste destruction," Environ. Sci.Technol., 20, 312.
- BRANCO, S. M.; (1978) - Hidrobiologia Aplicada à Engenharia Sanitária, 2<sup>a</sup> ed. CETESB, São Paulo, SP 620 p.
- WAJNSZTAJN, G. M.; URBANO NETO, M. N. e ALMEIDA, F. A. (1983) - Alternativas de Tratamento de Despejos de Laboratórios de Análises Ambiental. Revista Engenharia Sanitária, vols. 22, nº 3, p. 380-383, jul/set ABES - Rio de Janeiro - RJ
- CLIFFORD, D.; SUBRAMONIAM, S. and SORG, T.J. (1986). Removing Dissolved Contaminants From Water Environ. Sci. Technol., vol. 20, no 11, p. 1072-1080.
- LEGISLAÇÃO AMBIENTAL DO ESTADO DE SANTA CATARINA - FATMA. (1986)
- SAWYER, C. N. & CARRY, P. L. (1978) Chemistry For Environmental Engineering -3<sup>ed</sup>. McGraw-Hill Ltda - 532 p.
- Oppelt, E.T.(1986). "Hazardous waste destruction," Environ. Sci.Technol., 20, 312.