

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ARARAQUARA – UNIARA**  
**PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO**  
**REGIONAL E MEIO AMBIENTE**

**A ENGENHARIA DE SEGURANÇA DO TRABALHO: ANÁLISE CRÍTICA DA  
PROPOSTA DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS PERIGOSOS GERADOS  
NA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO NO CAMPUS DE SÃO CARLOS**

Eng<sup>o</sup> Luís Carlos da Silva

Dissertação apresentada ao Centro  
Universitário de Araraquara, como parte  
das exigências para obtenção do título de  
Mestre em Desenvolvimento Regional em  
Meio Ambiente.

ARARAQUARA – SP  
2004

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ARARAQUARA – UNIARA  
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO  
REGIONAL E MEIO AMBIENTE**

**A ENGENHARIA DE SEGURANÇA DO TRABALHO: ANÁLISE CRÍTICA DA  
PROPOSTA DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS PERIGOSOS GERADOS  
NA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO NO CAMPUS DE SÃO CARLOS**

Eng<sup>o</sup> : Luís Carlos da Silva

Orientador: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Lúcia Ribeiro

Co-Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Olímpia de Oliveira Rezende

Dissertação apresentada ao Centro  
Universitário de Araraquara, como parte  
das exigências para obtenção do título de  
Mestre em Desenvolvimento Regional em  
Meio Ambiente.

Araraquara – SP  
2004

## FICHA CATALOGRÁFICA

Silva, Luis Carlos

A engenharia de segurança do trabalho: Análise crítica da proposta de gerenciamento de resíduos perigosos gerados na Universidade de São Paulo no Campus de São Carlos. Luis Carlos da Silva. Araraquara, 2004.

Dissertação de Mestrado - Centro Universitário de Araraquara, UNIARA.

Área de Concentração: Administração e Política dos Recursos Mineiras.

Orientador: Ribeiro, Maria Lúcia

Co-Orientador: Rezende, Maria Olímpia de Oliveira

1.classificação de resíduos químicos. 2.rotulagem 3.armazenagem 4. tratamento 5.segurança do trabalho.

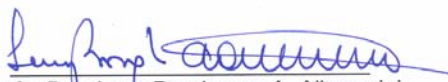


Centro Universitário de Araraquara


Rua Voluntários da Pátria, 1309 - Centro - Araraquara - SP  
CEP 14801-320 - Caixa Postal 68 - Fone/Fax: (16) 3301.7100

[www.uniara.com.br](http://www.uniara.com.br)


BANCA DE DEFESA



Profa. Dra. Lery Borghesan A. Alberguini  
USP – São Carlos



Dra. Luciana Polese  
IQ/UNESP - Araraquara



Profa. Dra. Maria Olímpia de O. Rezende  
Instituto de Química de São Carlos - USP

Aos meus  
pais, primeiros e grandes professores. À  
minha esposa e filha, pela compreensão e apoio.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Grande Arquiteto do Universo por iluminar o meu caminho.

A Professora Doutora Maria Lucia Ribeiro, pela excelente orientação fornecida durante a elaboração desse trabalho e pela constante valorização de meus esforços.

A Professora Doutora Maria Olímpia de Oliveira Rezende, pela excelente co-orientação durante a elaboração desse trabalho.

A Doutora Leny Borghesan Albertini Alberguini, pela atenção, dedicação e idéias que me ajudaram na elaboração desse trabalho.

A Professora Doutora Vera Lúcia Botta Ferrante, coordenadora do Mestrado.

Aos amigos do SESMT e LRQ do campus da USP de São Carlos pela colaboração.

Aos Professores, colegas e funcionários do Centro Universitário de Araraquara – UNIARA pela colaboração.

## RESUMO

**SILVA, LUÍS CARLOS. (2004).** A Engenharia de Segurança do Trabalho: análise crítica da proposta de gerenciamento de resíduos líquidos perigosos gerados na Universidade de São Paulo no Campus de São Carlos - SP. Araraquara, 2004. Dissertação (Mestrado) – Centro Universitário de Araraquara – UNIARA.

Este trabalho desenvolvido representa uma experiência pioneira em Engenharia de Segurança do Trabalho aplicada na gestão e gerenciamento de resíduos líquidos gerados em laboratórios de ensino e pesquisa no campus da Universidade de São Paulo Campus de São Carlos. O trabalho desenvolveu-se em três capítulos. No primeiro capítulo realizou-se o levantamento da literatura especializada e métodos e processos utilizados no tratamento de resíduos químicos e sistemas adotados no estado de São Paulo. Tratamento de resíduos de classe I gerados em laboratórios de ensino e pesquisa e os objetivos. No segundo capítulo abordou-se a experiência pioneira na gestão e gerenciamento dos resíduos químicos gerados nas praticas do ensino e pesquisa. Relatou-se a necessidade da construção de um abrigo provisório para armazenagem dos resíduos passivos, posteriormente a construção de um Entrepasto onde foram empregados os conceitos de Engenharia de Segurança do Trabalho. A implantação de uma rotulagem de segurança nos frascos dos resíduos necessárias e imprescindíveis sobre riscos a saúde, inflamabilidade, reatividade e outros. O transporte seguro dos resíduos perigosos e o laboratório para

tratamento dos resíduos químicos LRQ. No terceiro capítulo levantou-se o histórico da legislação acidentária, causas de acidentes de trabalho, sistema de gestão de segurança, acidentes ampliados e ações preventivas. Medidas gerais de prevenção adotadas na gestão e gerenciamento de resíduos químicos. Proteção individual e coletiva e substituição de procedimentos como medida de segurança.

Palavras-chave: classificação de resíduos, rotulagem de resíduos químicos, armazenagem de resíduos, tratamento de resíduos, segurança do trabalho.



## **ABSTRACT**

LUIS CARLOS. (2004). The Engineering of Security of the Work: critical analysis of the proposal of management of generated dangerous liquid residues in the University of São Paulo at the Campus of Sao Carlos - SP. Araraquara, 2004. Dissertação (Mestrado) - University of Araraquara – UNIARA.

The developed work presented here represents a pioneering experience in Engineering of Security of the Work applied in the management and management of liquid chemical residues generated in teaching and research laboratories of more than 80 laboratories in the campus of the University of São Paulo at São Carlos. The work was developed in three chapters. In the first chapter one became fulfilled the survey of specialized literature and methods and processes used in the treatment of chemical residues and systems adopted in the state of São Paulo.

Necessity of the construction of a provisory shelter for storage of the passive residues was presented, later the construction of a Warehouse where the concepts of Engineering of Security of the Work had been used. The implantation of a label that takes in account the risks on health, inflammability, reactivity and others are plenty discussed. The safe transport of the dangerous residues and the construction of the laboratory for treatment of chemical residues -LRQ are also presented. In third it was capitulated arose the description of the labor legislation,

causes of industrial accidents, extended system of security management, accidents and injuries. In addition, general measures of prevention adopted in the management and management of chemical residues, individual and collective protection and substitution of procedures as measured of security are presented.

Key words: classification , labeling , storage , adequately discharge, treatment, safety, processing, recovering of the chemical residues.

**LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CETESB	Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo
CIPA	Comissão Interna de Prevenção de Acidente
CLT	Consolidação das Leis do Trabalho
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
DH	Diagrama de Hommel
DVSHSMT	Divisão do Serviço de Higiene Segurança e Medicina do Trabalho
EUA	Estados Unidos da America
EPI	Equipamento de Proteção Individual
HDPE	High Dennty Polyethylene (polietileno de alta densidade)
IES	Instituição de Ensino e Pesquisa
IQSC	Instituto de Química de São Carlos
LRQ	Laboratório de Resíduos Quimicos
NBR	Norma Brasileira
NFPA	National Fire Protection Association
NRR	Norma Regulamentadora Rural
OIT	Organização Internacional do Trabalho
PCASC	Prefeitura do Campus Administrativo de São Carlos

PCMSO	Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional
PET	Programa Especial de Treinamento
pH	Potencial Hidrogeniônico
PPRA	Programa de Prevenção de Riscos Ambientais
SESI	Serviço Social da Indústria
SESMT	Serviço de Engenharia, Segurança e Medicina do Trabalho
TRPP	Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos
USP	Universidade de São Paulo

## LISTA DE FIGURAS

Figura II.1 - Abrigo provisório de resíduos químicos .....	18
Figura II.2 - Entrepasto de resíduos .....	20
Figura II.3 – Sist. de ventilação e iluminação do entreposto de resíduos.....	24
Figura II.4 - Piso falso construído sobre sistema de canaletas drenantes.....	25
Figura II.5 - Corte AA da planta do entreposto de resíduos .....	26
Figura II.6 - Etapas da construção do entreposto de resíduos .....	26
Figura II.7 – Laboratório de Resíduos Químicos .....	28
Figura II.8 - Diagrama de Hommel .....	32
Figura II.9 - Rotulagem segundo a NFPA-704 - adaptada ao LRQ .....	36
Figura II.10 - Frascos rotulados com o Diagrama de Hommel adaptado.....	36
Figura II.11 – Conteúdo dos frascos não ultrapassando 80% do volume total .....	38
Figura II.12- Resíduos Químicos armazenados em recipientes compatíveis .....	39
Figura II.13 - Bombonas contendo papés de filtros provenientes de laboratórios .	40
Figura II.14 - Padrões de Concentração de Acidentes no Transporte Rodoviário D de Produtos Perigosos, segundo localização (Km). .....	46

Figura II.15 - Veículo elétrico de 36 volts, 2 HP com capacidade de transporte para 900Kg pertencente ao IQSC utilizado no transporte de resíduos químicos até o Entrepasto ao LRQ.....	49
Figura II.16. – Transporte realizado por caminhonetes .....	50
Figura II.17 -Fluxograma utilizado pelo LRQ no gerenciamento de resíduos químicos .....	55
Figura III.1 – EPI - Respiradores e máscara semifaciais .....	78
Figura III.2 - Equipamentos de Segurança utilizados no LRQ .....	79
Figura III.3 – Trabalho sendo realizado pelos estagiários do LRQ, sempre conjunto .....	80
Figura III.4 - Capelas de Exaustão do LRQ (SESMT, 2004) .....	80

## LISTA DE TABELAS

Tabela II.1 – Acidentes no Transporte de Produtos Perigosos.....	43
Tabela II.2.- Média Anual de Acidentes no Transporte de Produtos Perigosos.....	44
Tabela II.3. – Pontos de Fulgor conforme a Classe.....	51
Tabela III.1 - Identificação de Exposições Ocupacionais em vários Tipos Laborais.....	72
Tabela III.2. - Agentes Químicos e suas formas de Apresentação.....	73
Tabela III.3. - Riscos Possíveis dos Produtos Químicos .....	74

## SUMÁRIO

AGRADECIMENTO .....	II
RESUMO .....	III
ABSTRACT .....	v
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	VII
LISTA DE FIGURAS.....	IX
LISTA DE TABELAS.....	XI

### CAPITULO I

1.Histórico.....	2
1.1.Relevância do tema .....	4
1.1.1.Definição e Classificação de Resíduos Sólidos .....	5
1.2 Sistemas de Tratamento de Resíduos Químicos mais adotados no Estado de São Paulo .....	8
1.3.Tratamento de resíduos de classe I gerados em laboratórios de ensino e pesquisa .....	9
2. Objetivos.....	10



## CAPITULO II

1.Uma Experiência de Gestão e Gerenciamento dos Resíduos Químicos Gerados nas Práticas do Ensino e Pesquisa. ....	12
1.1. Abrigo Provisório para Recepção dos Resíduos Passivos. ....	19
1.1.1 Entrepasto para Recepção dos Resíduos Passivos. ....	19
1.2. Entrepasto para Recepção dos Resíduos Químicos. ....	20
1.2.1 Aspectos Construtivos do Entrepasto de Resíduos.....	21
1.2.2. Metodologia Empregada na Construção Civil.....	22
1.2.3. Fatores de Segurança utilizados na Construção Civil .....	24
2.Da necessidade da Implantação do Laboratório de Resíduos Químicos do Campus de São Carlos.....	27
2.1 Peculiaridades das Instituições de Ensino e Pesquisa .....	29
2.1.1 Identificação e Rotulagem .....	29
3. Rotulagem adotada para Subsidiar o Gerenciamento dos Resíduos referente aos Riscos à Saúde, Inflamabilidade e Reatividade.....	31
3.1. Sistema Padrão de Rotulagem .....	31
3.2. Diagrama de Hommel.....	32
3.3. Rotulagem adaptada pelo Laboratório de Resíduos Químicos.....	34
3.4. Conceitos de Segurança adotados durante o Acondicionamento dos Resíduos Químicos. ....	37

3.5. Transporte de Resíduos Perigosos. ....	40
3.5.1. Riscos de Acidentes causados no Transporte de Resíduos Perigosos.....	41
3.6. Sistema de Transporte Adotado pelo LRQ .....	47
4. Armazenagem de Resíduos Químicos. ....	50
5. Entrepasto de Resíduos, Projetado para Recebimento e Estocagem dos Resíduos Químicos Líquidos Identificados pelo Diagrama de Hommel. ....	53
6. Fluxograma do Programa de Gerenciamento de Resíduos Químicos do LRQ .	54
7. As Barreiras encontradas durante a Elaboração de um Programa para Gerenciamento de Resíduos Químicos. ....	56

### **CAPITULO III**

1. Sistema de Gestão de Segurança, Meio Ambiente e Saúde no Trabalho.....	60
2. Conceito Legal da Higiene e Segurança do Trabalho .....	62
3. Legislação Acidentária.....	62
3.1. Consolidação das Leis do Trabalho.....	62
3.2. Portaria 3.214, de 08 de junho de 1.978 do MTb. ....	64
3.3. Portaria 3.067, de 12 de abril de 1.988 do MTb. ....	66
3.4. Conceito Legal de Acidente do Trabalho.....	67
3.4.1. Causas de Acidente do Trabalho.....	68

3.4.2.Sistema de Gestão de Segurança, Acidentes Ampliados e Ações Preventivas.....	71
3.4.3.Medidas Gerais de Proteção Adotadas na Gestão e Gerenciamento de Resíduos Químicos .....	76
3.4.3.1.Proteção Individual .....	77
3.4.3.2.Proteção Coletiva .....	80
3.4.3.3. Procedimentos como medida de Segurança. ....	81
4.Considerações finais .....	82
5.Referências Bibliográficas .....	83
Anexo I .....	88
Anexo II .....	92
AnexoIII .....	113

# Capítulo I

## 1 Histórico

Eventos acidentais e experiências levaram o homem, desde há muito, a identificar os riscos que caracterizam certas substâncias. Em 1.450, a Escócia converteu em lei um dos primeiros estatutos sobre produtos perigosos. A Corte dos Farmacêuticos (Court Apothecary) então decretou que: “Todas as pessoas estão proibidas, sob pena de acusação de alta traição, de levar para suas casas venenos, para qualquer finalidade, que possam causar dano ao homem ou mulher Cristãos”. De tais origens advêm as leis e regulamentos atuais sobre a identificação de substâncias perigosas.

Um dos estatutos mais antigos dos Estados Unidos, no campo da química, foi o Ato Federal sobre Venenos Cáusticos (Federal Caustic Poison Act) de 1.927. Esse Ato abordava onze substâncias cáusticas ou corrosivas em determinadas concentrações, em recipientes "apropriados para uso doméstico". Foi então solicitado junto à Administração de Alimentos e Drogas (Food and Drug Administration) a mudança de embalagens dos materiais especificados que deveriam, ainda, por lei, ter rótulos contendo a palavra "VENENO" em um tamanho padronizado, juntamente com uma indicação de "antídoto" (FUNDACENTRO, 1980).

No Brasil, o Decreto-lei 5.452, de 10 de maio de 1943, aprova a CLT, enfocando os artigos 335 e 339. O artigo 335 torna obrigatória a contratação de profissionais com formação em química em determinados tipos de indústrias e laboratórios e o artigo 339 estabelece que o nome do químico responsável pela

fabricação de produtos de uma fábrica, usina ou laboratório deverá figurar nos respectivos rótulos, faturas, anúncios, entre outros sistemas de identificação.

Atualmente, um dos grandes problemas que envolvem a questão da rotulagem, está na falta de uma padronização dos critérios para este tipo de informação importante, tanto para os próprios fabricantes, quanto aos trabalhadores e consumidores. Hoje, a única legislação brasileira sobre procedimentos para os rótulos de segurança de produtos perigosos em ambientes de trabalho é a Portaria N° 3214 de 18 de junho de 1.978, do Ministério do Trabalho através da Norma Regulamentadora NR-26, item 26.6, apresentada no Anexo I, que contém orientações sobre rotulagem preventiva. Porém, orientações cujas lacunas são grandes para quem lida com o assunto. A própria Portaria 3214/78, que aprova as NRs tem sua contribuição na obrigatoriedade da informação dos produtos (SUDA, 2001).

É através da Norma Regulamentadora NR-1, item 1.7, c, I, que fica estabelecida a obrigatoriedade do empregador informar aos trabalhadores os riscos profissionais que possam originar-se nos locais de trabalho. Incluem-se neste enfoque as NRs-7 e 9 Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO) e Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA) (SUDA, 2.001).

Dentre as legislações citadas, a principal referente à segurança do trabalhador e à necessidade de informação para os produtos, encontra-se na Convenção 170 da OIT (Organização Internacional do Trabalho), sobre Segurança

na Utilização de Produtos Químicos no Trabalho. Ela foi ratificada no Brasil pelo Decreto 2657, de 03 de julho de 1998 como pode ser visto no Anexo II.

## **1.1 Relevância do Tema**

A proposta deste trabalho é a gestão e gerenciamento de resíduos químicos, com vistas à preservação da saúde do trabalhador e do meio ambiente.

Na falta de uma norma regulamentadora que defina um sistema seguro de identificação que reúna informações importantes quanto ao manuseio, transporte e armazenagem de resíduos, há necessidade de se propor em novos métodos de trabalho.

Pode-se dizer que a década de 70 foi a década da água, a de 80 foi a do ar e a de 90, a de resíduos sólidos. Esta divisão de interesses não ocorreu só no Brasil. Nos EUA, também, iniciou-se a abordagem relativa a resíduos sólidos no limiar da década de 80, quando foi instaurado o “Superfund”, que era uma legislação específica que visava recuperar os grandes lixões de resíduos sólidos que havia e ainda existem espalhados naquele país. Foi, então, estabelecida uma legislação específica a partir do “Federal Register nº 40”. Foi a partir desse documento que a CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo) elaborou a legislação sobre a classificação dos resíduos do estado de São Paulo (CAVALCANTI, 1998).

### **1.1.1 Definição e Classificação de Resíduos Sólidos**

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT:

Resíduos sólidos são resíduos nos estados sólidos e semi-sólidos, que resultam de atividades da comunidade, de origem: industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Consideram-se também resíduos sólidos os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos, cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível (ABNT, 2004).

#### **Classificação de resíduos sólidos**

Os resíduos sólidos podem ser classificados de várias formas. Por exemplo:-

- pela natureza física : seco ou molhado;
- a composição química: matéria orgânica e inorgânica;
- o grau de biodegradabilidade: facilmente, moderadamente, e não-degradáveis (LEITE, et al).



A Norma Brasileira 10004 da ABNT classifica os resíduos sólidos quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, para que esses resíduos possam ter manuseio e destinação adequados. Foram divididos em duas classes: classe I, chamados perigosos, classe II, chamados de resíduos não perigosos, classe II A, chamados de resíduos não-inertes classe II B, chamados de resíduos inertes. Os resíduos classe I e classe II B são a minoria. A grande quantidade de resíduos se enquadra na classe II A por causa dos critérios adotados. Dessa forma, há resíduos de classe II mais ou menos tóxicos ou mais ou menos perigosos, que não chegam a ser perigosos como define a classe I, nem são inertes como definido na classe II A. Para ser classificado resíduo de classe I, como na legislação americana, o resíduo tem que ter características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade.(ABNT, 2004).

A inflamabilidade é determinada pelo ponto de fulgor menor que 60°C, que produza fogo por fricção (não sendo líquido) e ser um oxidante, liberando oxigênio. São estas três as condições para que um resíduo seja caracterizado como perigoso, por sua inflamabilidade.

Se o resíduo tiver característica de corrosividade, deve ter pH de 12 a 12,5 – um dos poucos itens que na prática se avalia e corroer aço na razão menor que 6,35 mm por ano (CAVALCANTI, 1998).

O critério de reatividade é o que determina se o resíduo é instável, reagindo violentamente com ar e água. Um exemplo é o carbetto de cálcio que, reagindo

com a água, produz acetileno; este critério avalia também se o resíduo forma misturas explosivas com água, gera gases, vapores, fumos, libera gases à base de cianetos, sulfetos, produz reação expressiva ou detonante e é explosivo.

O critério da toxicidade já é mais relacionado aos ensaios toxicológicos tais como: organismos, ratos, coelhos e peixes, entre outros. Há também o critério que avalia se o resíduo contém substâncias que lhe conferem periculosidade.

Os resíduos classe II B têm como característica um extrato solubilizado com padrões iguais à água potável, o que é muito raro. Como exemplo desses materiais, podem-se citar rochas, tijolos, vidros e certos plásticos e borrachas que são decompostos prontamente. Então, o que não for classe I ou classe II A é, por exclusão, classe II B (CAVALCANTI, 1998) (ABNT, 2004).

Segundo (ALVES, 1998) o gerenciamento dos resíduos industriais é hoje um dos principais problemas vivenciados pelas empresas na área de meio ambiente. O mais recente levantamento realizado pela CETESB ainda é praticamente o único referencial que se tem sobre os quantitativos desse tipo de resíduos. Somente no estado de São Paulo são geradas anualmente 535 mil toneladas de resíduos de classe I, perigosos, e 25 milhões de toneladas de resíduos classe II, que são menos problemáticos em termos de potencial poluidor. A principal atividade industrial de resíduos perigosos é a indústria química, que gera 177 mil t/ano, o que corresponde a aproximadamente 33% do total de resíduos classe I gerados no estado.

## **1.2 Sistemas de Tratamento de Resíduos Químicos mais adotados no Estado de São Paulo.**

Tradicionalmente, os aterros têm sido o destino preferencial de resíduos sólidos, tanto industriais quanto domiciliares. Tal preferência deriva da lei do menor esforço, porque evita a necessidade de se buscar em processos administrativos e tecnologias de reaproveitamento, reciclagem e beneficiamento. Nos últimos anos, a literatura especializada do ramo evidencia o surgimento de tecnologias variadas que visam desviar os resíduos dos aterros. O argumento que sustenta pesquisas nesta direção baseia-se na falta de espaço para novos aterros e no desperdício de material inerente na aterragem indiscriminada. A disposição de materiais em aterros interrompe o ciclo de vida destes materiais e dos produtos oriundos dos mesmos (FEHR & KURANICHI, 1999).

Esta prática, no entanto, representa um grande perigo para o gerador porque, afinal, é ele sempre o responsável pelo resíduo, esteja onde estiver. Segundo dados da CETESB, das 535 mil toneladas de resíduo classe I, 53% são tratados, 31% são estocados e 16% são dispostos no solo. Quanto à classe II, 35% vão para tratamento, 2% são estocados e 63% são dispostos.

Uma das principais formas de tratamento de resíduos de classe I, no estado de São Paulo, é a incineração. Outra alternativa importante para classe I seria o co-processamento em forno de cimento, queima em fornos de cimento ou queima em fornos siderúrgicos e de fundição. Quanto aos aterros, há somente

uma instalação no estado de São Paulo em condições legais de executar a disposição desse tipo de resíduo (classe I) (ALVES, 1998).

### **1.3 Tratamento de resíduos de classe I gerados em laboratórios de ensino e pesquisa.**

Toda a literatura até agora consultada voltada para o gerenciamento do resíduo de classe I recomenda o processo de incineração e a disposição final das cinzas em aterro industrial.

Seguindo corretamente as determinações da CETESB, referente ao acondicionamento dos resíduos, licenças e transporte, queima e disposição final, serão necessários recursos financeiros permanentes para o cumprimento de todas as etapas do gerenciamento. No caso específico das universidades públicas tais recursos só poderão ser concretizados através de parcerias, convênios ou órgãos financiadores.

Nas universidades e institutos de pesquisas onde funcionam laboratórios destinados ao ensino e pesquisa, sendo estes geradores de resíduos de classe I, dos quais, não se tem relato do seu destino final, deve ser proposto, ou melhor: imposto, gestão e gerenciamento desses resíduos.

Uma proposta seria a implantação de uma central de recebimento do resíduo químico líquido segregado, seu devido tratamento para recuperação, neutralização e descarte final.

## 2 Objetivos

O objetivo deste trabalho é fornecer novos subsídios à engenharia de segurança do trabalho, à consciência prevencionista, especificamente no que se refere à nocividade de produtos perigosos em ambientes de trabalho, levando-se em consideração as instalações operacionais e os possíveis riscos ocupacionais como proposto a seguir:

1. Buscar alternativas seguras, em caráter emergencial nos casos de vazamentos ou derramamentos, durante o transporte ou no manuseio de produtos perigosos.
2. Propor um sistema seguro de identificação, manuseio, rotulagem, estocagem de resíduos químicos oriundos dos laboratórios do ensino e pesquisa.
3. Apresentar uma norma interna de segurança contendo todas as etapas durante o processo de segregação dos produtos perigosos nos laboratórios geradores.
4. Analisar as operações de risco criando condições seguras referentes à compatibilidade dos EPIs (Equipamentos de Proteção Individual) com os resíduos químicos a serem manuseados, nas quais a conscientização do usuário é imprescindível no desenvolvimento de novos procedimentos seguros num campo continuamente em expansão, na tentativa de proteger o trabalhador e o meio ambiente.
5. Orientar os membros das CIPAs (Comissões Internas de Prevenção de Acidentes) com capacitação técnica e específica em química, em casos que requerem inspeções periódicas rigorosas e efetuadas em intervalos regulares de acordo com o risco existente em cada laboratório.

## Capítulo II

## **1 Uma Experiência de Gestão e Gerenciamento dos Resíduos Químicos Gerados nas Práticas do Ensino e Pesquisa.**

No Brasil, a ausência de tratamento e a incorreta disposição dos resíduos registram principalmente a contaminação do solo e dos recursos hídricos por metais pesados, solventes orgânicos halogenados e resíduos de defensivos agrícolas. A não definição e diretrizes nos três níveis de governo associam-se à escassez de recursos técnicos e financeiros para o equacionamento do problema, além das dificuldades na aplicação das determinações legais.

É consenso entre os especialistas a urgência por parte do governo da adoção de um sistema de gestão adequado dos resíduos, definindo uma política que garanta a melhoria da qualidade de vida, promova as práticas recomendadas para a saúde pública e o saneamento ambiental.

O gerenciamento dos resíduos depende de vários fatores, dentre os quais devem ser ressaltados: a forma de geração, acondicionamento na fonte geradora, coleta, transporte, processamento, recuperação e disposição final. Portanto, deve-se criar um sistema dirigido pelos princípios de engenharia e técnicas de projetos, que possibilite a construção de dispositivos capazes de propiciar a segurança sanitária às comunidades, contra os efeitos adversos dos resíduos.

A importância desse sistema é ressaltada quando se analisa a gestão dos resíduos, considerando-se os impactos ecológicos, a correlação com a defesa da saúde pública, modo de geração na sociedade tecnológica e sua grandeza em

termos quantitativos. O planejamento de um sistema dessa natureza exige uma atividade multidisciplinar que, além dos preceitos da boa engenharia, envolve também: química, economia, urbanismo, aspectos sociais, além da participação efetiva dos diversos setores organizados da sociedade (LEITE et al, 1997).

Em laboratórios de ensino e pesquisa faz-se, geralmente, uso de uma grande variedade de produtos químicos e de outros agentes. Novas técnicas e a aplicação de novos produtos químicos, fontes de radiação (lasers, aparelhos de ultra-som, equipamentos de microondas), materiais radioativos e microorganismos, tornam os laboratórios de pesquisa ambientes de trabalho muito complexos. Isso cria a necessidade de alguns conhecimentos especiais no campo do controle de riscos.

Para entender os procedimentos e práticas do efetivo controle de riscos, os usuários dos laboratórios químicos devem estar providos dos meios adequados, incluindo equipamento, material e informações. As informações necessárias devem ser fornecidas por um programa de conscientização de segurança, que tem como tema central o acesso sistemático e estratégico ao controle de riscos, seguindo três etapas: reconhecimento, avaliação e controle de riscos (IPEN, 1992).

Segundo (ALBERGUINI et al, 2003) existe uma preocupação com a crescente geração de resíduos químicos cada vez mais intensa em nosso planeta, levando a sociedade a uma participação mais efetiva com relação ao descarte de resíduos químicos e à procura de alternativas para reciclagem.



Dentre os diversos setores que produzem resíduos, por exemplo, indústrias, agricultura, repartições públicas e universidades, os três primeiros possuem, em princípio, atividades rotineiras para o equacionamento do problema dos resíduos químicos, contudo, as universidades têm especificidades diferentes, pois a cada nova pesquisa, novos produtos são gerados e, conseqüentemente, os mais diversos tipos de resíduos.

Profissionais da área concordam que o controle da poluição tornou-se um negócio complexo e custoso, considerando os custos da instalação e operação de controladores de poluição ou equipamentos de tratamento. Reduzindo a quantidade de poluentes do meio ambiente, reduzir-se-iam também, os custos com controle e tratamento desses resíduos. Isso poderia ser feito modificando-se os processos de produção ou substituindo os produtos usados para que os poluentes mais agressivos não fossem produzidos; encontrando substituintes não perigosos para materiais perigosos; limpando e reciclando solventes depois do uso. Ainda, conforme relatam os autores (ALBERGUINI et al, 2003) existem quatro maneiras de direcionar os problemas com a poluição química: (1) prevenção da poluição, (2) reciclagem, (3) tratamento (degradação ou conversão a produtos não agressivos) e (4) disposição segura.

Os resíduos químicos estão dentre os da classificação de resíduos sólidos pela NBR10004, que os classifica quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, para que esses resíduos possam ter manuseio e destinação adequada.

Uma grande quantidade de produtos químicos introduzidos no meio ambiente é gradualmente degradada e assimilada por processos naturais, uma vez que esses produtos são diluídos suficientemente para não causar riscos ao homem ou ao meio ambiente. Entretanto, há duas classes de produtos químicos nas quais a diluição não funciona:

- Metais pesados e seus compostos e
- Produtos orgânicos sintéticos não-biodegradáveis.

Esses produtos tendem a ser absorvidos pelo meio ambiente e concentram-se nos organismos, incluindo os seres humanos, alcançando, algumas vezes, efeitos letais.

Sabe-se que as indústrias, principalmente aquelas que utilizam produtos químicos em seus processos produtivos, são as maiores responsáveis pela geração de resíduos perigosos e o grande alvo de cobrança e fiscalização pela sociedade e pelos órgãos competentes. Tem-se que cerca de 70000 produtos químicos são produzidos nos dias de hoje, dos quais mais de 3.300 são defensivos agrícolas e aproximadamente 400 aditivos alimentares, e com o processo herdamos o resíduo químico constituído de aproximadamente 10000 produtos tóxicos (TAVARES et al, 2002).

As universidades, faculdades e centros de formação de recursos humanos geram cerca de 1% dos resíduos perigosos (ALBERGUINI et al, 2003).

Ao contrário das unidades industriais, estes resíduos caracterizam-se por apresentarem pequeno volume e elevada diversidade, o que dificulta a

padronização das formas de tratamento e disposição. Ainda que esse volume seja reduzido, as universidades não podem nem devem ignorar sua posição de geradora de RESÍDUOS (ASHBROOK & REINHARDT, 1985; KAUFMAN, 1990; SCHNEIDER & WISKAMP, 1994; JARDIM 1998). Um dos motivos dessa necessidade é que as universidades exercem papel fundamental quando avaliam os impactos ambientais provocados por outras unidades geradoras de resíduos fora de seus limites físicos. Dessa forma, o não tratamento de seus próprios resíduos, mitigaria a credibilidade das universidades perante a sociedade e órgãos públicos competentes (JARDIM, 1998). Outro motivo, e talvez o principal, é que o maior benefício proporcionado por um programa de gerenciamento nessas unidades está relacionado ao treinamento dos estudantes, capacitando-os a trabalharem dentro de normas apropriadas de gerenciamento de produtos químicos (ASHBROOK & REINHARDT, 1985).

As respostas mais recentes da indústria, que surgiram durante a década de 1990, incluem uma análise dos impactos ambientais dos produtos industriais, notadamente por meio do emprego da ferramenta denominada *análise do ciclo de vida*, e o desenvolvimento de procedimentos para conceber e projetar produtos menos agressivos ao meio ambiente, conhecido como "*Design for the Environment*", ou seja, o projeto que leva em conta o meio ambiente do começo ao fim, durante toda a vida útil do produto. Sob esta nova abordagem, algumas montadoras de automóveis têm trabalhado para projetar carros totalmente recicláveis, enquanto a companhia Xerox recolhe velhas máquinas fotocopadoras

para desmontá-las, reutilizar certas peças e reciclar a maior parte dos materiais que constituem peças não reutilizáveis (SANCHEZ, 2001).

O pioneirismo neste sentido partiu da Universidade de São Paulo – Campus de São Carlos que tomou a iniciativa de criar o primeiro laboratório piloto para tratamento, recuperação e neutralização de todos os resíduos químicos provenientes de todos os laboratórios de ensino e pesquisa, assim como de todas as oficinas em uma IES (instituição de ensino e pesquisa) o Laboratório de Resíduos Químicos – LRQ – Campus de São Carlos.

Os laboratórios de ensino e pesquisa das áreas de exatas da Universidade de São Paulo do Campus de São Carlos vinham gerando desde a sua criação um volume crescente de resíduos líquidos e provocando, com o seu armazenamento, sérios problemas de segurança e riscos à saúde dos seus usuários. A grande maioria dos resíduos eram solventes orgânicos inflamáveis que foram armazenados inadequadamente em fracos, em armários, junto com os reagentes, sem identificações do produto principal e nem tampouco informações complementares da mistura com outros resíduos.

Em busca de soluções para esta questão, em 1990, o então prefeito do Campus, Prof. Dr. Djalma Mirabele Redondo, pela Portaria GP nº 20, nomeou uma comissão composta pelos senhores, Prof. Dr. Gilberto Goissis, Profa. Dra. Maria Olímpia de O. Rezende, pertencentes ao Instituto de Química de São Carlos, Prof. Dr. Valdir Schalch, do Departamento de Hidráulica e Saneamento da Escola de Engenharia de São Carlos, o Engenheiro Civil Élio Tarpani Júnior, da Prefeitura do Campus e o Engenheiro de Segurança do Trabalho, Luís Carlos da Silva, do

Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e Medicina do Trabalho, para estudar a gestão e gerenciamento dos resíduos químicos.

A primeira proposta desta comissão, aceita em caráter emergencial, foi a construção de um abrigo provisório para estocar todo o resíduo químico, classe I, classificação esta de acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas ABNT NBR 10004, o qual se encontrava armazenado irregularmente em tambores numa pequena sala, sem as devidas normas de segurança, como mostrado na Figura II.1.



**Figura II.1** - Abrigo provisório de resíduos químicos (SESMT, 1989)

## **1.1. Abrigo Provisório para Recepção dos Resíduos Passivos**

O termo passivo ambiental é empregado com freqüência sem sentido monetário, para conotar o acúmulo de danos infligidos ao meio natural por uma determinada atividade ou pelo conjunto das ações humanas, danos esses que muitas vezes não podem ser avaliados economicamente. Representa, num sentido figurado, uma dívida para com as gerações futuras. Representa também uma externalização de custos que ocorre quando um determinado agente econômico imputa a outros agentes (externos) custos adicionais (SANCHEZ, 2001).

O acúmulo de resíduos gerados nas práticas de laboratórios e os riscos de acidentes ambientais e laborais são provenientes de uma problemática gerada pela falta de planejamento e de gestão ambiental.

O abrigo foi construído na ala norte do Campus, no final de 1990, numa área de aproximadamente 16,00 m<sup>2</sup>, com a finalidade de estocagem dos resíduos químicos, passivos, dando início a um novo conceito de segurança do trabalho e preservação do meio ambiente, no Campus de São Carlos.

### **1.1.1 Entrepasto para recepção dos resíduos passivos**

No final de 1992, graças à captação dos recursos advindos da Vice Reitoria

da Universidade de São Paulo, foi construído no Campus um Entrepasto para armazenagem dos resíduos químicos com capacidade de 3000 l. Para efetivar este projeto de construção foi imprescindível a adoção dos princípios da engenharia de segurança, sendo empregados os rigorosos conceitos para armazenagem de produtos perigosos, como mostrado na Figura II.2.



**Figura II.2** - Entrepasto de resíduos químicos (ALBERGUINI, SILVA e REZENDE, 2003).

## **1.2. Entrepasto para Recepção dos Resíduos Químicos**

Todos os resíduos químicos líquidos gerados no Campus são encaminhados a um entreposto que tem como finalidade à armazenagem temporária, até seu tratamento adequado. Construído após extensivos estudos

sobre o comportamento do material a ser abrigado no seu interior e levando-se em consideração o fator primordial que é a segurança ocupacional adotamos a experiência profissional no projeto construtivo.

A partir dessas informações agregadas é possível montar uma rotina de trabalho envolvendo a armazenagem correta, compatibilizando os lotes de resíduos químicos no interior do entreposto, o estudo da metodologia a ser aplicada no processo de tratamento correto, os equipamentos de proteção individual para exposição ocupacional e o estudo do comportamento dos resíduos armazenados.

### **1.2.1 Aspectos Construtivos do Entreposto de Resíduos**

Os resíduos líquidos de classe I devem receber um tratamento especial especificamente por tratar-se de solventes inflamáveis. O primeiro desafio foi projetar um local adequado para armazenagem segura dos resíduos químicos. Com um conjunto de regras de segurança aliado à engenharia de segurança, foi possível uma construção de relativo baixo custo e com uma eficiência a toda prova. Numa área de 29m<sup>2</sup> é possível armazenar 3000 l de resíduos químicos, devidamente acondicionados e rotulados sem oferecer risco ocupacional e ambiental.



## **1.2.2 Metodologia Empregada na Construção Civil**

### **Sistema de Ventilação**

Segundo (STELLMAN e DAUM, 1975) um sistema de ventilação geral comumente não é muito eficiente para o controle dos riscos, uma vez que ele simplesmente depende de ar fresco para diluir substâncias perigosas. Um sistema de ventilação local ou exaustora, por outro lado, remove os riscos do local de trabalho no ponto de sua geração e, deste modo, é mais eficaz para o controle dos riscos.

### **Porta**

Feita em aço e pintada com tintas especiais para proteção contra corrosão devido ao ambiente interno extremamente agressivo. A porta possui frestas que auxiliam na ventilação.

### **Vedação**

Tendo em vista a existência de aves, principalmente pombos, ao redor do abrigo, este foi construído de forma a impossibilitar a presença de qualquer ave no seu interior. Para tanto foi feita a vedação das frestas existentes entre o topo da parede de as telhas.

## **Aviso**

Devido a presença de resíduos químicos perigosos, existe sobre a porta do abrigo uma placa avisando do periculosidade dos materiais existentes dentro do mesmo. Cabe salientar a importância do aviso pois algum transeunte desavisado pode adentrar o abrigo, caso ele esteja aberto durante o dia, e ser intoxicado, dentre outros perigos.

## **Consoles**

Como a capacidade de armazenamento é de 3.000 L, foi feito o planejamento para que esses consoles suportassem esta carga. Sendo assim, cada conjunto de 4 prateleiras situadas nas laterais e no fundo estão projetada para suportar uma carga de 1.000 L. Na execução das prateleiras, os ferros constituintes da armação destas foram revestidos para evitar que fossem corroídos pelo ambiente agressivo. Também as prateleiras são revestidas de tinta emborrachada para se evitar a degradação destas.

## **Telhado incombustível**

Tendo em vista que existem materiais armazenados que são bastante combustíveis, o telhado é feito com calhetões de cimento amianto, evitando-se assim a utilização de material que pudesse ser combustível.

## Piso/Tanque de contenção

Caso haja algum vazamento, quebra de frascos durante o manuseio, e conseqüente derrame de resíduo químico, sob o piso, que é constituído de placas de concreto perfuradas, existe um tanque de contenção projetado para armazenar 3000 L e desaguar em um tanque selado para tratamento do eventual resíduo derramado.

### 1.2.3. Fatores de Segurança utilizados na Construção Civil.

Foi possível manter um equilíbrio entre o sistema de ventilação e a temperatura ambiente. No interior do entreposto não foram permitidas tomadas ou interruptores. As atividades no seu interior são executadas durante o dia, portanto, não há necessidade de iluminação artificial como mostra a Figura II.3.

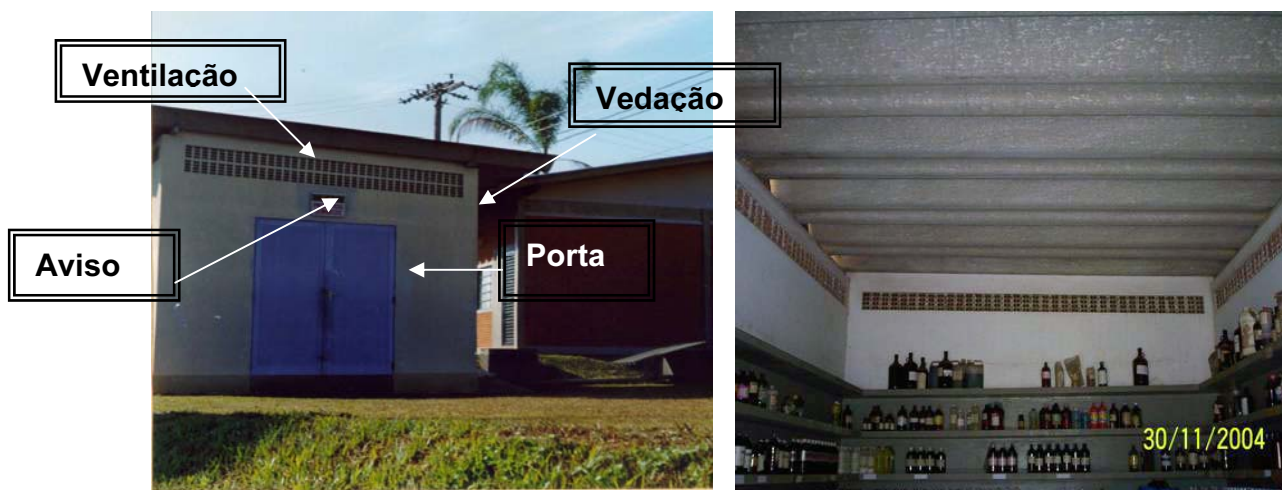


Figura II.3 - Sistema de ventilação e iluminação natural do entreposto de resíduos (SESMT,1989).

As atividades operacionais são executadas sempre com a presença de dois ou mais técnicos, equivalente a um mergulho no mar. No caso de um frasco contendo resíduos químicos vir a quebrar, o piso, construído em sistema falso, em placas suspensas perfuradas, apoiadas sobre vigas de concreto, evitaria o espalhamento do líquido, como mostra as Figuras II.4 e II.5. Esse processo permite o escoamento do resíduo para uma caixa selada construída do lado externo do entreposto onde poderá ser realizado o processo de tratamento ou neutralização do resíduo derramado no interior do entreposto. Esse sistema de piso permite que tenhamos um colchão de ar, mantendo estabilizada a temperatura no interior do entreposto, permitindo a estocagem de resíduos com grau de risco de inflamabilidade variando de zero a quatro, de acordo com a rotulagem de segurança que adotamos através da classificação da NFPA (National Fire Protection Association) – 704 M (NFPA,1999).



**Figura II.4** – Piso falso construído sobre sistema de canaletas drenantes (SESMT,1991).

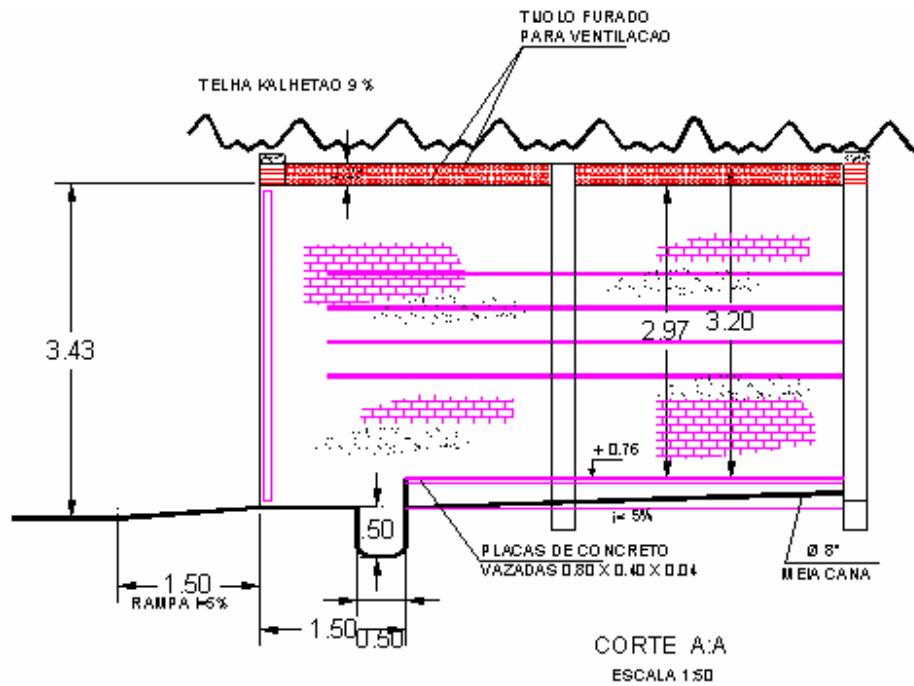


Figura II.5 – Corte AA da planta do entreposto de resíduos (PCASC, 1989).



Figura II.6 – Etapas da Construção do Entreposto de Resíduos (PCASC, 1989).

Houve, entretanto, uma grande cooperação por parte dos técnicos dos Laboratórios do Ensino e da Pesquisa do Instituto de Química de São Carlos, na identificação e separação dos resíduos passivos.

## **2 Da necessidade da implantação do Laboratório de Resíduos Químicos do Campus de São Carlos.**

Entre 1992 a 1996, o Programa Especial de Treinamento (PET) da (CAPES) sob a tutoria do Prof. Dr. Gilberto Goissis, do IQSC (Instituto de Química de São Carlos), que coordenou um trabalho com a participação de 12 alunos, o qual teve como objetivo procurar soluções para os problemas gerados pelos resíduos de natureza química produzidos pelas atividades de ensino e pesquisa dos laboratórios do IQSC, bem como o levantamento qualitativo e quantitativo gerado por estes. Os estudos foram realizados com uma amostragem de 1196 l de resíduos, na qual se verificou que 45% desses resíduos eram recuperáveis por destilação, 8% após tratamento e destilação, 15% poderiam ser descartados após diluição, 17% necessitavam de tratamento mais específico e 15% não era descartável.

A partir dos resultados obtidos desse programa e da existência de um Entrepósito de Resíduos Químicos adequado no Campus, enviou-se à Vice-Reitoria o Projeto Intitulado “Programa de Tratamento de Resíduos Químicos

Produzidos pelos Laboratórios de Ensino e Pesquisa em Química do Campus de São Carlos”, em parceria com a DVSHSMT (Divisão do Serviço de Higiene Segurança e Medicina do Trabalho) do Hospital Universitário, dando origem à construção e montagem do primeiro Laboratório de Resíduos Químicos (LRQ) da Universidade de São Paulo (USP). Construído numa área de 100 m<sup>2</sup> objetivando o tratamento dos resíduos químicos gerados no Campus de São Carlos, como mostra a Figura II.7



**Figura II.7** - Laboratório de Resíduos Químicos – LRQ – Campus de São Carlos (SESMT, 1999).

Começa, então, uma nova fase em 13 de outubro de 1997, com a inauguração do LRQ (Laboratório de Resíduos Químicos) e a contratação de dois funcionários, iniciando efetivamente suas atividades práticas.

A partir de 1998, após adequações internas operacionais e de segurança no trabalho, criou-se uma norma operacional para o recebimento dos resíduos químicos oriundos de todos laboratórios do Campus.

Essa Norma de Recebimento criou subsídios para o gerenciamento dos resíduos. Nessa estão previstos a identificação, rotulagem de segurança, transporte, armazenagem e tratamento final no LRQ.

## **2.1 Peculiaridades das Instituições de Ensino e Pesquisa**

Os laboratórios das instituições de ensino e pesquisa são geradores de resíduos líquidos e sólidos necessitam se organizarem para implantação de uma política de gerenciamento por apresentarem as seguintes peculiaridades:

- utilização de grande variedade de produtos químicos em pequenas quantidades;
- via de regra não existe caráter de rotina na utilização de produtos químicos e conseqüentemente na geração de resíduos.

### **2.1.1 Identificação e Rotulagem**

A rotulagem e a marcação de recipientes que contenham substâncias químicas, por intermédio de símbolos e textos de avisos, são precauções essenciais de segurança. Os rótulos ou etiquetas aplicados sobre uma



embalagem devem conter em seu texto as informações que sejam necessárias para que o produto ali contido seja tratado com toda a segurança possível (COSTA, 1996).

A Convenção nº 170 da OIT, relativa à Segurança na Utilização de Produtos Químicos no Trabalho, assinada em Genebra, em 25 de junho de 1990, na parte III, artigo nº 7, reporta a rotulação de produtos químicos visando a segurança no trabalho, com as seguintes recomendações:

- 1) todos os produtos químicos deverão portar uma marca que permita a sua identificação.
- 2) os produtos químicos perigosos deverão portar, ainda, uma etiqueta facilmente compreensível para os trabalhadores, que facilite a compreensão de informações essenciais sobre a sua classificação, os perigos que oferecem e as precauções de segurança que devam ser observadas.
- 3) as exigências para rotular ou marcar os produtos químicos, de acordo com os parágrafos 1 e 2 do presente Artigo, deverão ser estabelecidas pela autoridade competente ou por um organismo aprovado ou reconhecido pela autoridade competente, em conformidade com as normas nacionais ou internacionais.
- 4) no caso do transporte, tais exigências deverão levar em consideração as recomendações das Nações Unidas relativas ao transporte de mercadorias perigosas.

### **3 Rotulagem adotada para subsidiar no gerenciamento dos resíduos referente aos riscos à saúde, inflamabilidade e reatividade.**

Foi pesquisada uma rotulagem que informasse dados seguros para adequação das etapas propostas nas fases do gerenciamento dos resíduos químicos, que diminuísse as probabilidades de riscos de acidentes.

Adotou-se o Diagrama de Hommel ou Diamante do Perigo, desenvolvido para rotulagem de segurança, que foi adaptado para identificação dos resíduos que eram encaminhados ao entreposto de resíduos químicos. Todo resíduo líquido encaminhado para tratamento deveria estar identificado com o devido diagrama. A partir do Diagrama de Hommel foi possível caracterizar o resíduo de acordo com o grau de risco à saúde, inflamabilidade e reatividade baseado na classificação da NFPA – 704 M (NFPA,1999).

#### **3.1 Sistema Padrão de Rotulagem**

Esse sistema de classificação foi desenvolvido primeiramente para proteção contra fogo e emergências pessoais, mas pode ser útil para manuseio de produtos perigosos. O sistema é representado pelo Diagrama de Hommel, que possui fácil reconhecimento e entendimento, o qual pode dar uma idéia geral do risco desses materiais, em um ambiente de trabalho.

### 3.2 Diagrama de Hommel

Na Figura II.8 podemos ver a escala de avaliação para classificação do produto principal, contido no frasco de resíduo, quanto aos riscos à saúde, à inflamabilidade e à estabilidade.

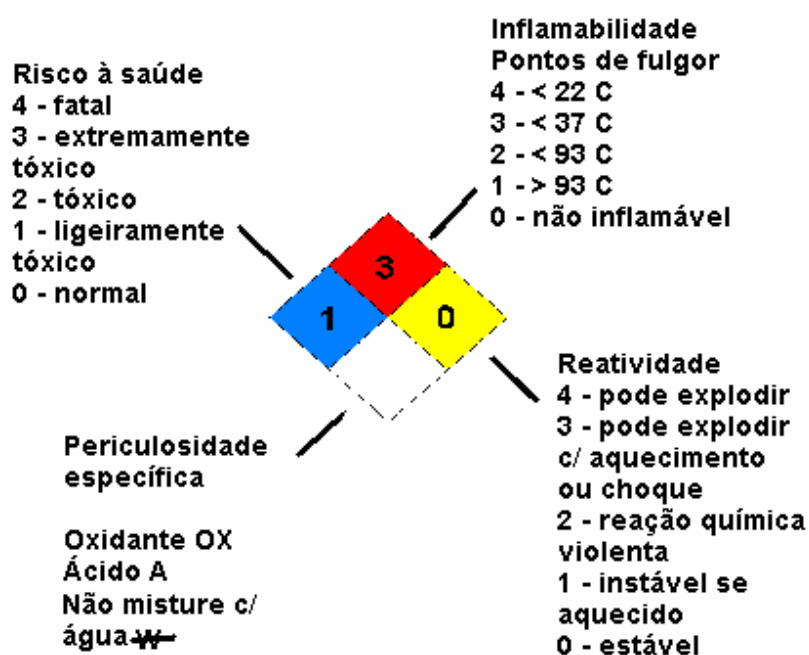


Figura II.8 – Diagrama de Hommel (NFA, 1999).

#### **RISCOS À SAÚDE**

**4** – Materiais que podem, a curtos períodos de exposição, ser fatais. Necessário equipamento de segurança especializado.

**3** – Materiais corrosivos ou tóxicos que podem provocar danos sérios, temporários ou residuais a curtos períodos de exposição, mesmo sendo dado pronto atendimento médico.

**2** – Materiais que podem causar danos residuais a exposições intensas ou contínuas, no caso de inalação ou absorção pela boca, pele.

**1** – Materiais que causam irritação.

**0** – Material geralmente não perigoso.

### **INFLAMABILIDADE**

**4** – Materiais que se vaporizam rapidamente ou completamente à pressão atmosférica e à temperatura normal ambiente, ou que são dispersos rapidamente no ar e que entram em combustão rapidamente.

**3** – Líquidos e sólidos que podem entrar em ignição sob quase todas as condições de temperatura ambiente.

**2** – Materiais que devem ser aquecidos moderadamente, ou expostos a temperaturas ambientais relativamente altas, antes de se dar a ignição.

**1** – Materiais que devem ser pré-aquecidos antes que a ignição possa ocorrer.

**0** – Materiais que não se inflamam.

## **ESTABILIDADE**

**4** – Materiais que, por si mesmos, são capazes de rápida detonação, ou de composição explosiva ou reação a temperaturas ou pressões normais.

**3** – Materiais que, por si mesmos, são capazes de produzir detonação, ou reação explosiva, mas necessitam de uma fonte de ignição, ou que reagem explosivamente em contato com água.

**2** – Materiais que, por si mesmos, são normalmente instáveis, e prontamente sofrem transformação química violenta, mas não detonam. Também, materiais que podem reagir violentamente em contato com a água ou que podem produzir misturas potencialmente explosivas com a água.

**1** – Materiais que, por si mesmos, são normalmente estáveis, mas que podem tornar-se instáveis a temperaturas e pressões elevadas ou que podem reagir, em contato com a água com alguma liberação de energia, mas não violentamente.

**0** – Materiais que, por si mesmos, são normalmente estáveis, mesmo em situações de exposição ao fogo, e não reagem em contato com a água.

### **3.3 Rotulagem adaptada pelo Laboratório de Resíduos Químicos**

Recipientes pequenos podem apresentar problemas por disporem de pouco espaço para fins de rotulagem. Uma abreviação cuidadosa e seletiva das indicações preventivas para tais recipientes poderia ser a solução, a fim de permitir legibilidade. Seria o caso, por exemplo, de substâncias perigosa em

embalagens para venda no varejo, de produtos químicos altamente purificados para pesquisa, ou controle, e de produtos químicos destinados ao uso profissional. Deveria ser considerado o manuseio ou uso previsível do produto, o treinamento e experiência de supostos usuários e a influência do tamanho ou tipo de recipiente na gravidade do risco (FUNDACENTRO, 1980).

Definida a rotulagem da NFPA -704, como padrão de trabalho, faltavam informações necessárias para subsidiar nas tarefas internas do LRQ e a confiabilidade para manuseio, armazenagem e tratamento propriamente dito. Agregou-se ao Diagrama de Hommel informações necessárias para identificação do produto químico principal e os secundários de acordo com o seu grau de risco.

O espaço ao lado do Diagrama de Hommel na etiqueta deve estar totalmente preenchido. Deve-se completar a etiqueta com o nome do produto principal e no espaço reservado para produtos secundários deve-se descrever todos os outros materiais contidos nos frascos, mesmo os que apresentam concentrações muito baixas (traços de elementos) e inclusive água.

Outra informação necessária e indispensável durante o processo de identificação ou rotulagem é a data de recolhimento, laboratório gerador e a identificação do responsável pela geração do resíduo.

Na Figura II.9 é mostrado o exemplo de uma mistura de resíduos metálicos contendo ácido sulfúrico como produto principal por apresentar maior risco e mercúrio metálico como produto secundário resultando, de acordo com a classificação da NFPA-704, a identificação 3-0-1 e a informação adicional, simbolicamente representado por W da mistura ser reativa com água.

	<b>RESÍDUO QUÍMICO</b>
	Produto Principal: <u>ÁCIDO SULFÚRICO</u>
	Produto Secundário: <u>MERCÚRIO METÁLICO - Hg</u>
	Procedência: <u>Laboratório X</u> Responsável _____
	Data: ____ / ____ / ____

**Figura II.9** – Rotulagem segundo a NFPA-704 - adaptada ao LRQ (SESMT,1990)

Os lotes contendo frascos de resíduos previamente identificados pelos técnicos de laboratórios geradores devem ser coletados e acondicionados em grades próprias para o transporte até o Entrepósito do LRQ como mostra a Figura II.10.



**Figura II.10** - Frascos rotulados com o Diagrama de Hommel adaptado.

Estão descritas a seguir as etapas adotadas durante o procedimento de rotulagem.

- a etiqueta deve ser colocada no frasco antes de se inserirem os resíduos químicos para evitar erros;
- abreviações e fórmulas não são permitidas;
- os frascos com resíduos químicos devem estar devidamente etiquetados seguindo o DH;
- o DH deve ser completamente preenchido, ou seja, os 3 itens (risco à saúde, inflamabilidade e reatividade) devem ser descritos;
- se a etiqueta for impressa em preto e branco, esta deve ser preenchida usando canetas das respectivas cores do diagrama.

A classificação do DH deve priorizar o produto mais perigoso do frasco, independente de sua concentração.

### **3.4 Conceitos de segurança adotados durante o acondicionamento dos resíduos químicos.**

Segundo (COLACCIPO, 2001 e THIESEN, 2001) a situação torna-se difícil quando o produto é armazenado em embalagem que não é original, dificultando diagnósticos em caso de acidentes. A transferência de produtos para outros frascos, com ou sem misturas, ou ainda a reutilização de frascos vazios



pode levar a diversos problemas de identificação de produtos, principalmente em casos de urgência ou emergência.

A partir de um sistema de identificação, essas situações de risco nos procedimentos de segregação de resíduos podem ser atenuadas. No caso do LRQ o risco de acidentes chegou a zero, por ter sido adotada uma rotulagem preventiva.

Adotaram-se alguns procedimentos fundamentais para as tarefas desenvolvidas nas várias fases de segregação e compatibilidade de embalagens.

- Os resíduos devem encontrar-se bem acondicionados, de tal forma que não ocorram acidentes durante o transporte. Deve-se respeitar o limite de 80% do seu volume total no preenchimento do frasco, como mostra a Figura II.11.

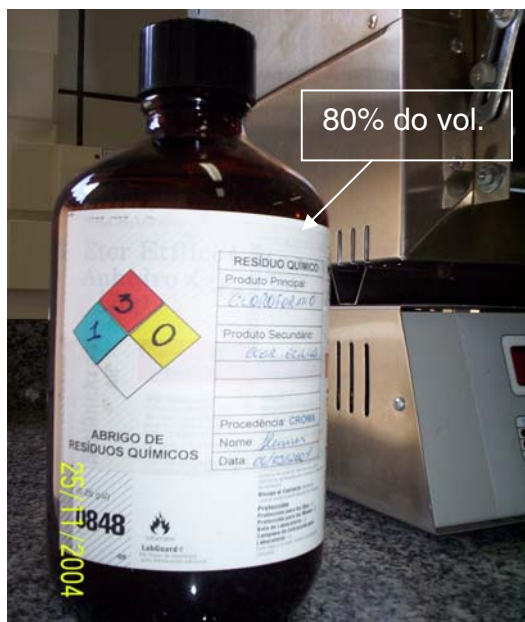


Figura II.11 – Conteúdo dos frascos não ultrapassando 80% do volume total.

E de vital importância que os resíduos químicos devam ser armazenados em recipientes compatíveis. Se o material é colocado em um recipiente inadequado, este pode se desintegrar ou romper-se Figura II. 12.



**Figura II.12** – Resíduos Químicos armazenados em recipientes compatíveis.

- Os produtos químicos listados abaixo devem ser armazenados em recipientes de vidro. Esses produtos não podem ser colocados dentro de bombonas plásticas (HDPE);

ácidos inorgânicos/orgânicos

compostos orgânicos

peróxido de hidrogênio > 10%

- Resíduos de análise ácidos ou básicos deve-se acertar o pH da solução entre 6 e 8, diluir e descartar na pia, exceto os contendo fluoretos e metais pesados;

- Papéis de filtro contendo resíduos químicos, borra de metais pesados, papel indicador, etc...devem ser colocados em bombonas de plástico, como mostrado no Figura II.12.



**Figura II.13** - Bombonas contendo papés de filtros provenientes de laboratórios.

### 3.5 Transporte de Resíduos Perigosos

As necessidades de produção e consumo geradas pelo atual nível de desenvolvimento do país fazem com que a movimentação de produtos perigosos seja cada vez mais intensa, principalmente pelo modal de transportes adotado no país, o rodoviário. O Brasil possui quase 1,8 milhão de quilômetros de estradas, sendo que destes somente 10% são pavimentados. Apesar da precariedade, a malha rodoviária brasileira é considerada a segunda maior do mundo, só perdendo para a dos Estados Unidos. Atrelado ao desenvolvimento e aos demais

aspectos favoráveis do modal rodoviário, a sociedade brasileira paga um alto preço pela sinistralidade rodoviária, seja no número de vítimas, seja nos danos ambientais ocasionados pela emissão de poluentes ou especificamente nos danos gerados por acidentes no transporte rodoviário de produtos perigosos. No Brasil a legislação específica para o transporte rodoviário de produtos perigosos é Decreto Nº 96.044, de 18 de maio de 1988, que aprova o Regulamento para o Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos –TRPP (TEIXEIRA 2004).

### **3.5.1 Riscos de Acidentes Causados no Transporte de Resíduos Perigosos.**

Os acidentes no transporte rodoviário de produtos perigosos adquirem uma importância especial, uma vez que a intensidade de risco está associada à periculosidade do produto transportado. Considera-se produto perigoso àquele que representa risco para as pessoas, para a segurança pública ou para o meio ambiente, ou seja, produtos inflamáveis, explosivos, corrosivos, tóxicos, radioativos e outros produtos químicos que, embora não apresentem risco iminente, podem, em caso de acidentes, representar uma grave ameaça à população e ao meio ambiente. Os acidentes no transporte desses produtos podem ter consequências catastróficas, sobretudo diante da proximidade de cidades e de populações lindeiras às principais rodovias. Além das perdas humanas de valor social incalculável, os custos decorrentes da contaminação ambiental atingem cifras muito elevadas (FERREIRA, 2003).

O transporte rodoviário foi responsável por 38% dos cerca de 4 mil acidentes ambientais ocorridos no estado de São Paulo entre 1978 e 1999, segundo dados da Companhia de Tecnologia Ambiental (Cetesb). Diariamente, milhares de toneladas de cargas tóxicas, explosivas e até radioativas circulam pelas rodovias e ruas das cidades, representando risco de destruição ambiental e à saúde da população. Esse risco poderia ser minimizado caso fossem adotadas medidas de segurança, normalmente negligenciadas pelos transportadores e pelas empresas que as contratam, além da falta de fiscalização do poder público (ESTADO, 2000)

Segundo, (SERPA, 2000) (ESTADO, 2000) gerente da Divisão de Tecnologia de Riscos Ambientais da Cetesb, líquidos inflamáveis, lista as seguintes cargas como causadoras de acidentes ambientais: corrosivos (13%), substâncias tóxicas (3%), oxidantes (1%), gases (12%) e sólidos inflamáveis (1%), além de substâncias diversas (16%) e não identificadas (16%). Segundo Serpa, 62% dos acidentes no Estado acontecem na Região Metropolitana de São Paulo.

“A prioridade nesses casos, é conter o vazamento e remover o produto. A maior dificuldade é mostrar que um acidente com cargas tóxicas não pode ser tratado como uma emergência de trânsito e requer um esquema especial. Para melhorar o atendimento é precisa intensificar e capacitar a fiscalização e contar com planos de emergência, que dependem também do preparo das empresas”, diz o gerente da Cetesb.

Verificando nos registros de ocorrências da Polícia Rodoviária Estadual, houve um total de 1.563 acidentes durante o transporte de produtos perigosos nas

rodovias do Estado de São Paulo, no período de 1997 a 1999, sendo 487 em 1997, 510 em 1998 e 566 em 1999. Nas rodovias federais foram registrados 23 acidentes em 1998 e 36 em 1999. Essas cifras revelam uma tendência crescente dos acidentes rodoviários no transporte de produtos perigosos. Nas rodovias estaduais, cerca de 60% dos acidentes foram registrados em dez rodovias e 32% em somente três – SP 330 (Via Anhangüera), SP 332 (General Milton Tavares de Souza) e SP 310 (Washington Luiz). Os acidentes nas rodovias federais que cruzam o Estado concentraram-se nas três principais: BR 381 (Fernão Dias), BR 116 (Via Dutra e Régis Bittencourt) e BR 153 (Transbrasiliana).

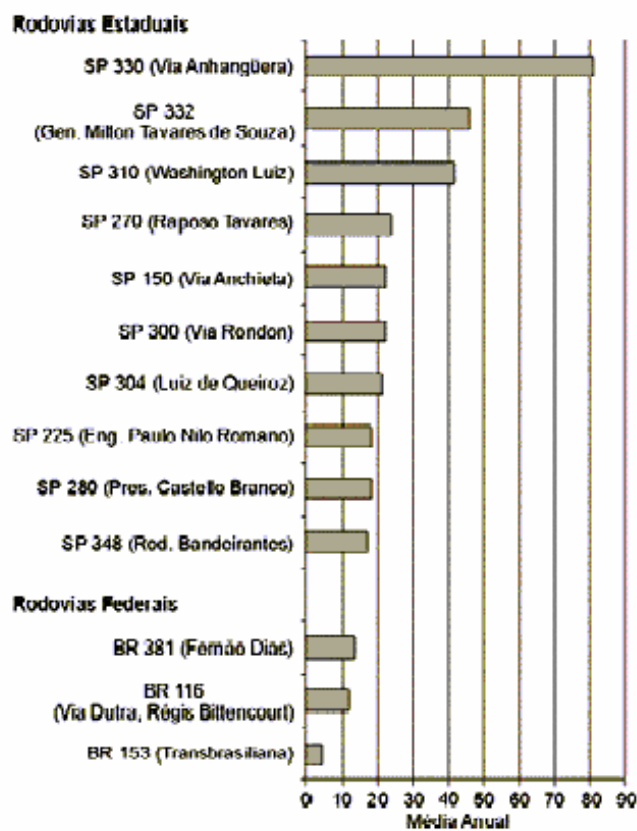
Tabela II.1. Acidentes no Transporte de Produtos Perigosos (FERREIRA, 2003).

Principais Rodovias	%
<b>Rodovias Estaduais (1997-99)</b>	<b>100,00</b>
SP 330 (Via Anhangüera)	15,55
SP 332 (Gen. Milton Tavares de Souza)	8,83
SP 310 (Washington Luiz)	8,00
SP 270 (Raposo Tavares)	4,54
SP 150 (Via Anchieta)	4,29
SP 300 (Via Rondon)	4,29
SP 304 (Luiz de Queiroz)	4,09
SP 225 (Eng. Paulo Nilo Coelho)	3,45
SP 280 (Pres. Castello Branco)	3,45
SP 348 (Rod. Bandeirantes)	3,33
Demais	40,18
<b>Rodovias Federais (1998-99)</b>	<b>100,00</b>
BR 381 (Fernão Dias)	45,76
BR 116 (Via Dutra, Régis Bittencourt)	40,68
BR 153 (Transbrasiliana)	13,56

*Fonte: Polícias Rodoviárias Estadual e Federal; Fundação Seade.*

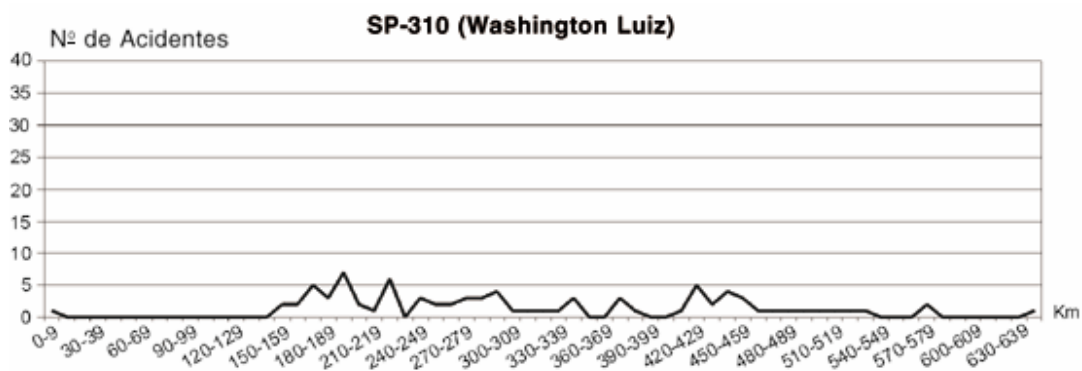
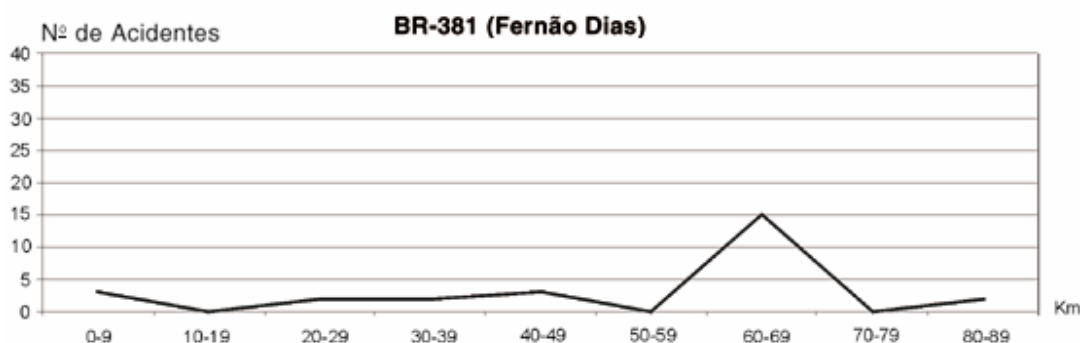
A média anual de acidentes por rodovia, representada na Tabela II.2 permite uma comparação mais adequada entre as rodovias estaduais e federais, considerando-se que os períodos de referência são distintos. Ficam evidentes as grandes diferenças das médias anuais de acidentes por rodovia estadual e federal. Tais diferenças refletem, por um lado, a intensidade do tráfego de veículos transportando produtos perigosos e, por outro, os fatores de risco de acidentes atuando na rodovia (FERREIRA, 2003).

Tabela II.2. - Média Anual de Acidentes no Transporte de Produtos Perigosos (FERREIRA, 2003).

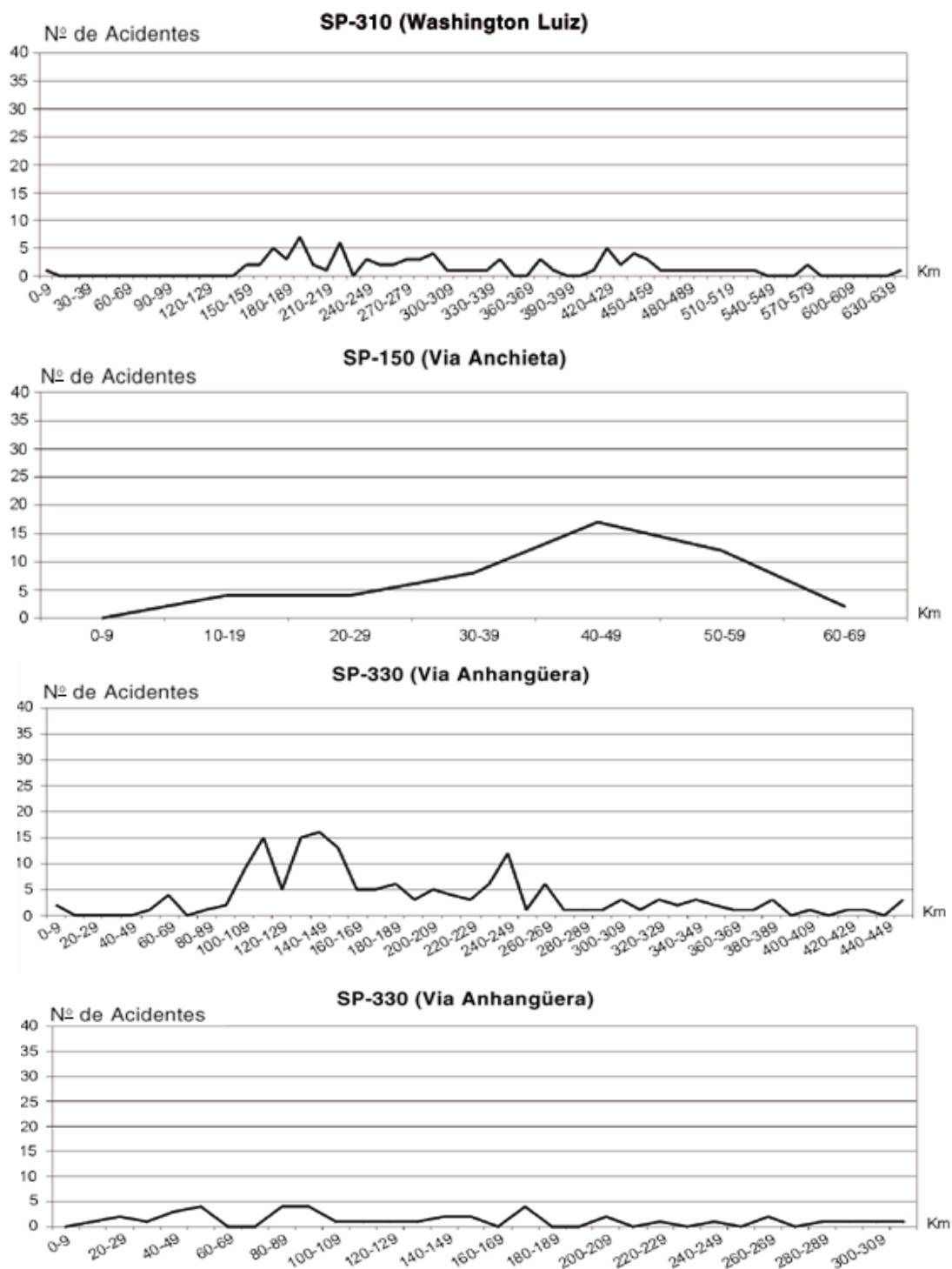


Fonte: Polícias Rodoviárias Estadual e Federal.

De acordo com (FERRREIRA, 2003) existe concentrações de acidentes segundo as rodovias e os trechos de rodovias delimitados pelas fronteiras dos municípios. Foi realizada uma refinação para identificação desses acidentes recorrendo-se a um procedimento metodológico que leve em conta o quilômetro da rodovia onde ocorreu o acidente. Essa informação então coletada pela Polícia Rodoviária a partir de 1998 e procurou-se analisá-la para o biênio 1998-99. Foram construídos gráficos para as principais rodovias, assinalando-se o número de acidentes ocorridos em cada dez quilômetros, tornando-se mais visíveis as concentrações de acidentes ao longo da rodovia que poderá ser analisados graficamente na Figura II.14.







**Figura II.14** – Padrões de Concentração de Acidentes no Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos, segundo localização (Km).

Foi criada em 28 de abril de 1999, através da Resolução ST-5 da Secretaria de Estado dos Transportes, a Comissão de Estudos de Prevenção de Acidentes no Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos, que tem como tarefa identificar as causas básicas que geram acidentes no transporte de produtos perigosos nas rodovias paulistas e implementar ações preventivas, evitando, assim, danos ao meio ambiente, aos usuários das estradas, às comunidades e ao patrimônio privado e público.

A resposta a acidentes com produtos perigosos é uma atividade que requer equipes capacitadas, conscientes dos riscos envolvido e grande disponibilidade de recursos humanos e materiais (HADDAD, 2002) (TEIXEIRA, 2002).

### **3.6 Sistema de transporte de resíduos adotado pelo LRQ**

Segundo (COSTA, 1996) a movimentação de materiais é responsável por um grande número de acidentes, tanto nas indústrias como nas instituições de pesquisas. O foco desses acidentes não se encontra, necessariamente, nos almoxarifados, mas em todas as partes onde substâncias químicas são movimentadas. Portanto, ao transportar substâncias químicas, devem ser consideradas as seguintes etapas:

- **O que vai ser movimentado?**

Este é o mais importante dos fatores. É imperativo que se conheça o tipo de carga a ser movimentada. Sem este conhecimento, será impossível determinar o método o tipo de equipamento de proteção individual a ser utilizado.

- **Em que direção?**

Conhecida a natureza da carga é importante que se saiba em que direção ela vai ser movimentada, de modo a se determinar a largura de corredores, desobstrução de passagens e desimpedimento de áreas.

- **Freqüência?**

Programas especiais devem ser adotados nos casos de movimentação contínua de materiais. Nas movimentações isoladas, ou a intervalos periódicos, o programa deverá ser estabelecido antes do início da operação.

- **Volume/peso/distância?**

Esses fatores são importantes para a determinação do sistema de movimentação a ser empregado. Se a distância for grande, um sistema mecânico poderá ser melhor, ao passo que , se o material for de pequeno volume para curtas distâncias, equipamentos manuais poderão ser mais indicados, levando-se em consideração também o seu peso.

Considerando-se todas as etapas acima proposta pelo autor, buscou-se como alternativa um sistema seguro para o transporte dos resíduos gerados nos laboratórios de ensino e pesquisa até o entreposto do LRQ. O veículo ideal é o veículo elétrico com um motor elétrico de 36 volts, 2 HP e com capacidade de transporte para 900Kg.

Quando da impossibilidade de uso desse veículo, o transporte de resíduos é ser realizado em caminhonetes pertencentes as Unidades do Campus geradoras de resíduos.



**Figura II.15** - Veículo elétrico de 36 volts, 2 HP com capacidade de transporte para 900Kg pertencente ao IQSC utilizado no transporte de resíduos químicos até o Entreposto ao LRQ.



Figura II.16 – Transporte realizado por caminhonetes.

#### 4 Armazenagem de Resíduos Químicos

Tendo em vista a necessidade de armazenar adequadamente os resíduos líquidos foram analisados vários fatores. Foi necessário um estudo para a execução de projeto final no qual foi levado em conta o material a ser armazenado e a forma de construção ideal para abrigar com segurança esses resíduos de classe I (inflamáveis).

O risco de inflamabilidade é muito alto quando temos solventes inflamáveis de diferentes pontos de fulgor. Quase todos os solventes orgânicos são

inflamáveis e alguns são extremamente perigosos por apresentarem uma alta pressão de vapor à temperatura ambiente (COSTA, 1996).

Na classificação da NFPA são considerados líquidos inflamáveis os que nas condições normais de temperatura e pressão têm ponto de fulgor abaixo de 93°C e dividem-se nas seguintes classes como mostra a Tabela II.3.

Tabela II.3 - Pontos de Fulgor dos produtos conforme a Classe (COSTA,1996).

<b>Classe</b>	<b>Ponto de Fulgor</b>
I	Abaixo de -4° C
II	Entre 4° C e 21° C
III	Entre 21° C e 93° C

Cuidados devem ser tomados quando trata-se de armazenamento de inflamáveis como:

- **Manuseio de inflamáveis**

Ao trabalhar com solventes em geral, temos que levar em consideração:

- trabalhar em local ventilado;
- longe de fontes de calor;
- utilizar capelas;
- utilizar máscara adequada;

- sinalizar o local de trabalho e
- conhecer a localização dos extintores de incêndio.

- **Estocagem**

Em todos os casos de armazenamento de produtos inflamáveis, deve-se proporcionar ventilação adequada e sistemas de extinção de incêndios apropriados aos compostos estocados.

- **Armazenamento**

- a) Soluções ácidas, básicas e aquosas contendo metais pesados devem ser armazenadas individualmente e separados de quaisquer outros resíduos;
- b) compostos organoclorados (tetracloroeto de carbono, clorofórmio, diclorometano, etc...); devem ser armazenados separadamente;
- c) materiais contendo mercúrio (sólido ou líquido), devem ser separados de qualquer outro material;
- d) solventes orgânicos ou inorgânicos contendo pesticidas, fungicidas e praguicidas devem ser armazenados separadamente;
- e) Anilina deve ser armazenada separadamente;
- f) Piridina; deve ser armazenada separadamente;
- g) resíduos de banhos eletrolíticos devem ser armazenados individualmente;
- h) Resíduos de banhos eletrolíticos devem ser armazenados individualmente;

Evitar misturar resíduos químicos quando desconhecidas as incompatibilidades ou armazená-los em recipientes separados mesmo quando em pequenos volumes;

Reagentes específicos devem ser previamente consultados para envio (COLACCIOPO,2001)(THIESEN,2001).

## **5 Entrepasto de resíduos, projetado para recebimento e estocagem dos resíduos químicos líquidos.**

Todos os resíduos químicos líquidos, gerados no Campus, são encaminhados ao Entrepasto que tem como finalidade o armazenamento temporário, para, posteriormente, receberem tratamento adequado. Construído após estudos sobre o comportamento do material a ser abrigado no seu interior e levando-se em consideração o fator primordial que é a segurança ocupacional adotaram-se algumas experiências profissionais e da engenharia de segurança no projeto construtivo.

Quando se depara com líquidos inflamáveis, deve-se tomar alguns cuidados. Primeiro: quem vai manusear tem como tarefa analisar os riscos de inflamabilidade, riscos à saúde e o comportamento dos líquidos inflamáveis, ou seja, sua reatividade, devendo-se adotar a rotulagem muito utilizada nos Estados Unidos e na Comunidade Européia, que serve de subsídio, às três informações conjuntas.

Nessa etapa recomenda-se como exemplo o Diagrama de Hommel, ou Diamante do Perigo, como critério de identificação dos resíduos líquidos de classe I, conforme apresentado anteriormente.

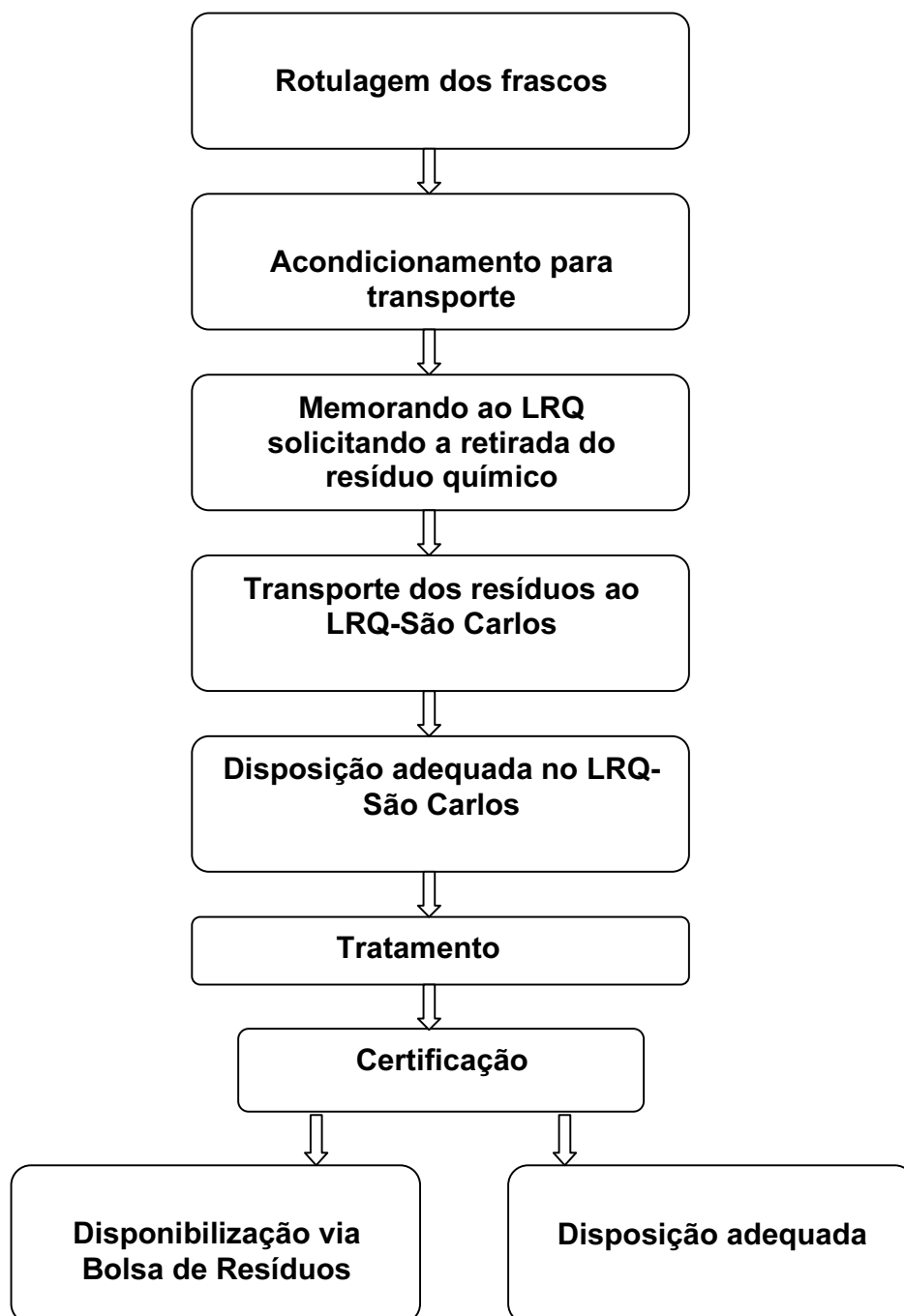


A partir dessas informações agregadas é possível montar uma rotina de trabalho envolvendo a armazenagem correta, compatibilizando os lotes de resíduos no interior do Entrepasto, estudo da metodologia a ser aplicada no processo de tratamento correto, equipamentos de proteção individual para exposição ocupacional e o estudo do comportamento dos resíduos armazenados.

Outro dado importante que contribuiu para a construção do Entrepasto foi o levantamento do resíduo passivo existente encontrado no Campus.

## **6.Fluxograma do programa de gerenciamento de resíduos químicos.**

No sistema de gestão e gerenciamento de resíduos do Campus foi necessária a criação de uma metodologia para atender a demanda dos laboratórios geradores de resíduos onde se adotou um o seguinte fluxograma operacional como mostra a Figura II.17.



**Figura II.17.**– Fluxograma utilizado pelo LRQ no gerenciamento de resíduos químicos

(ALBERGUINI, SILVA e REZENDE, 2003).

## **7 As barreiras encontradas durante a elaboração de um programa para gerenciamento de resíduos químicos.**

Na busca por um modelo de gerenciamento de resíduos químicos visando segurança e preservação do meio ambiente, depararam-se com as duas situações distintas:

- 1) produtos perigosos representam riscos em potencial à saúde dos trabalhadores nos ambientes de trabalho e
- 2) podem ocasionar impactos ambientais nas cidades e municípios vizinhos, ou seja, à toda a comunidade, devido à disposição inadequada nos lixões, aterros sanitários ou simplesmente lançados na rede de esgotos sem um prévio tratamento.

Na ausência de um programa de gerenciamento de resíduos, os procedimentos inadequados têm trazido grandes desastres ecológicos, com desdobramentos que comprometemos recursos hídricos.

A informação e identificação das substâncias químicas são importantes. Os profissionais alertam que sua necessidade não está ligada necessariamente ao local onde ela é usada. “Não só os produtos utilizados na indústria, mas também os de uso no campo, na área de serviços, no lar ou em outras atividades. Partindo do princípio que até a própria água, se tomada em excesso pode ser nociva, qualquer produto químico deve conter informações relevantes sobre suas características, riscos que oferece, cuidados e precauções, equipamentos que

devem ser utilizados para neutralização ou minimização de riscos, entre outros fatores” (GALVES, 2001).

Para a preservação da saúde dos trabalhadores e controle da exposição ocupacional é fundamental o conhecimento acerca dos riscos aos quais os trabalhadores estão expostos. Tratando-se de produtos químicos, é necessária a identificação de seus componentes, propriedades físico-químicos e vias de absorção para caracterização de efeitos toxicológicos e impactos sobre o meio ambiente. Isto permitirá traçar diretrizes de gerenciamento na área de segurança e estabelecimento de programas de controle de saúde ocupacional.

O que caracteriza, também, a nocividade das substâncias nos ambientes de trabalho, além dos aspectos toxicológicos é a quantidade utilizada e a exposição diária dos trabalhadores. É importante avaliar as substâncias químicas que possuem efeitos cumulativos ou efeitos deletérios em longo prazo à saúde dos trabalhadores ou de seus descendentes. “Incluem-se nestas categorias os solventes, pela sua neurotoxicidade, substâncias carcinogênicas e alergênicas, tóxicas para a reprodução, entre outras (MAGDA ANDREOTTI, 2001).

Uma proteção contra agentes químicos será tanto melhor quanto menor a exposição do trabalhador aos seus riscos e quanto menor a agressão ao meio ambiente. Somente a adoção de medidas técnicas poderá permitir tal intento. O primeiro passo para a resolução do problema de presença de agentes químicos na atmosfera dos locais de trabalho é sua identificação e sua avaliação quantitativa, isto é, as quantidades deles em certo volume de ar, identificados qualitativa e quantitativamente podem determinar seu controle (SILVA FILHO, 1999).

Nas avaliações de riscos ocupacionais nos campos de trabalho do ensino e pesquisa encontram-se os profissionais da área de Engenharia de Segurança e Medicina do Trabalho, que compõem o SESMT – Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e Medicina do Trabalho, que têm como tarefa identificar os riscos existentes nas atividades laborais, propondo medidas de proteção à saúde dos trabalhadores. Esses profissionais, aliados aos profissionais da área de química, para a correta identificação e quantificação química dos produtos, são os responsáveis pela segurança nos ambientes de trabalho e, conseqüentemente, pela preservação ambiental, ou seja, pela qualidade de vida.

## **Capítulo III**

## **1 Sistema de Gestão de Segurança, Meio Ambiente e Saúde no Trabalho**

Desde a época mais remota grande parte dos ofícios aos quais o homem se tem dedicado apresenta uma série de riscos potenciais, que freqüentemente se caracterizam em lesões que afetam a sua integridade física ou a sua saúde. Tais riscos, característicos das diversas profissões, são chamados de riscos profissionais. Riscos profissionais são, portanto, condições inseguras inerentes ao ambiente de trabalho, ou à própria execução das várias atividades profissionais, que direta ou indiretamente podem provocar acidentes do trabalho (COX, 1981).

Na América Latina os governos utilizam como principal recurso para sair da etapa de subdesenvolvimento um acelerado processo de industrialização em curto prazo. Este processo de industrialização traz inegáveis benefícios econômicos, traduzindo-se em progressivos aumentos da renda *per capita* e, conseqüentemente, os governos, ao estabelecerem os mecanismos necessários a tais ações, obter melhores níveis de vida para a população. Ao lado desses benefícios econômicos é necessário e imprescindível considerar o significado da agressão constante a que está exposto o homem em seu meio de trabalho ou na comunidade. Em outras palavras deve-se entender que é antieconômico buscar o desenvolvimento industrial de um país, sem resolver as conseqüências sanitárias e sociais que tal desenvolvimento traz consigo. O balanço final resultará negativo ao verificar-se que somente o custo das enfermidades e acidentes, é superior aos

novos bens produzidos. A Engenharia de Segurança tem como responsabilidade primária a prevenção de doenças ocupacionais e acidentes no trabalho (MACHER, 1981).

A referência a responsabilidade primária da Engenharia de Segurança significa que é conveniente e cada vez mais necessário os profissionais desta área estarem atentos às atividades derivadas e paralelas à própria indústria, tais como: poluição ambiental e engenharia de perdas. É fundamental ao estudar o binômio homem-ambiente de trabalho, reconhecer, avaliar e controlar os riscos que possam afetar a saúde dos trabalhadores. Nesse sentido, ao considerar a prevenção e redução de riscos para a saúde dos trabalhadores deve praticar-se o princípio estabelecido pela OIT ao declarar que a segurança e a higiene no trabalho são conceitos indivisíveis e deverão ser tratados como dois aspectos de um mesmo problema: proteção dos trabalhadores. Indubitavelmente, os programas de proteção para a saúde dos trabalhadores devem ser planejados levando em conta não só a prevenção de acidentes e doenças profissionais, mas também a proteção, fomento e conservação da saúde. Em conseqüência, a responsabilidade pela saúde e vida dos trabalhadores deve estar centrada no trinômio Estado-Empresa-Trabalhador já que os efeitos sobre a saúde se manifestam nesses três componentes (MACHER, 1981).

Considerando que a produção industrial, nas diversas áreas depende exclusivamente de mão de obra treinada, capacitada e saudável e da preservação do meio ambiente, ou seja, o papel do engenheiro de segurança é fundamental na elaboração dos programas de prevenção de riscos ocupacionais.



## **2 Conceito Legal da Higiene e Segurança do Trabalho**

Entre 1760 e 1830, ocorreu na Inglaterra um movimento destinado a mudar profundamente toda a história da humanidade: foi a Revolução Industrial, marco inicial da moderna industrialização, que teve a sua origem com o aparecimento da primeira máquina de fiar, onde em 1833, foi estabelecida a Lei das Fábricas ou “Factory Act”, que deve ser considerada como a primeira legislação realmente eficiente no campo da proteção ao trabalhador (NOGUEIRA, 1981).

O Brasil passou por grandes transformações políticas e econômicas, o que gerou um grande número de leis que de alguma forma regulamentavam as condições de trabalho. É importante observar que a grande maioria das leis é do século XX, mais precisamente a partir do incremento industrial que o Brasil teve em 1930, e ainda devido à filosofia corporativista difundida pelo governo e que acabou criando a Carta Del Lavoro, que mais tarde seria o modelo inspirador da Consolidação das Leis do Trabalho-CLT (LAURINDO FILHO, 1998).

O Decreto Lei 1313 de 17/01/1891 é a única legislação do século XIX, que tratava do trabalho de menores, fixando a idade mínima de 12 anos, exceto na fabricação de tecidos, onde era permitido o trabalho de crianças com mais de 8 anos (LAURINDO FILHO, 1998).

No século XX, a Lei 6514, de 22/12/1977, altera o Capítulo V do Título II da Consolidação das Leis do Trabalho, relativo à Segurança e Medicina do Trabalho.

Em 08/06/1978 a Portaria 3214, Aprova as Normas Regulamentadoras – NR – do Capítulo V do Título II, da Consolidação das Leis do Trabalho relativas à segurança e Medicina do Trabalho.

Em 12/04/1988 a Portaria 3067, Aprova as Normas Regulamentadoras Rurais – NRR do artigo 13 da Lei 5889, de 05/06/1973, relativas à Segurança e Higiene do Trabalho Rural.

Foram vinte e oito Normas Regulamentadoras e cinco Normas Regulamentadoras Rurais, que passaram a ser implementadas nas empresas privadas e estatais de acordo com o grau de risco e número de empregados, regidos pela Consolidação das Leis do Trabalho – CLT, em que os seus cumprimentos passam a ser fiscalizados pelos agentes das Delegacias e Subdelegacias Regionais do Trabalho.

Vale ressaltar que a partir do cumprimento destas Normas Regulamentadoras, o trabalhador brasileiro passou a trabalhar em ambiente monitorado pelos profissionais de Segurança e Medicina do Trabalho.

### **3 Legislação Acidentária**

#### **3.1 Consolidação das Leis do Trabalho**

-Trata sobre as doenças profissionais e acidentes no trabalho.

A Legislação Previdenciária conta com a Lei 8212, de 24 de julho de 1991, que dispõe sobre a organização da Segurança Social e institui o plano de custeio

(regulamentada pelo decreto 612, de 21/07/92), e pela Lei 8213, de 24 de julho de 1991, que dispõe sobre os planos de benefícios da Previdência Social (regulamentada pelo Decreto 611, de 21/07/92).

O Artigo 19 da Lei 8213/91 relata que: “Acidente de trabalho é o que ocorre pelo exercício do trabalho a serviço da empresa, provocando lesão corporal ou perturbação funcional, que cause morte ou perda ou redução, permanente ou temporária, da capacidade para o trabalho”.

O Artigo 20 afirma que “consideram-se acidentes de trabalho as seguintes entidades mórbidas:

doença profissional, assim entendida e produzida ou desencadeada pelo exercício do trabalho peculiar a determinada atividade e constante da respectiva relação e doença do trabalho, assim entendida e produzida ou desencadeada em função de condições especiais em que o trabalho é realizado e com ele se relaciona diretamente, constante de relação organizada pelo Ministério da Previdência e Assistência Social (Artigo 2º, da Lei Nº 6367)”(LAURINDO FILHO, 1998).

### **3.2 Portaria 3214, de 08 de junho de 1978 do MTb.**

Aprova as Normas Regulamentadoras – NR – do Capítulo V do Título II, da Consolidação das Leis do Trabalho, relativas à Segurança e Medicina do Trabalho, que regulamentam os ambientes de trabalho referente a Segurança Ocupacional. As vinte e nove NRs são as seguintes:

NR 1 – Disposições Gerais

NR 2 – Inspeção Prévia

NR 3 – Embargo ou Interdição

NR 4 – Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho – SESMT

NR 5 – Comissão Interna de Prevenção de Acidentes – CIPA

NR 6 – Equipamento de Proteção Individual

NR 7 – Programa de Controle Médico e Saúde Ocupacional – PCMSO

NR 8 – Edificações

NR 9 – Programa de Prevenção de Riscos Ambientais – PPRA

NR 10 – Instalações e Serviços em Eletricidade

NR 11 – Transporte, Movimentação, Armazenagem e Manuseio de Materiais

NR 12 – Máquinas e Equipamentos

NR 13 – Caldeiras e Recipientes sob Pressão

NR 14 – Fornos

NR 15 – Atividades e Operações Insalubres

NR 16 – Atividades e Operações Perigosas

NR 17 – Ergonomia

NR 18 – Obras de Construção, Demolição e Reparos

NR 19 – Explosivos

NR 20 – Líquidos Combustíveis e Inflamáveis

NR 21 – Trabalho a Céu Aberto

NR 22 – Trabalhos Subterrâneos

NR 23 – Proteção Contra Incêndios

NR 24 – Condições Sanitárias e de Conforto nos Locais de Trabalho

NR 25 – Resíduos Industriais

NR 26 – Sinalização de Segurança

NR 27 – Registro Profissional do Técnico de Segurança do Trabalho no Ministério do Trabalho e Previdência Social

NR 28 – Fiscalização e Penalidades

NR 29 – Segurança e saúde no trabalho portuário

### **3.3 Portaria 3067, de 12 de abril de 1988 do MTb.**

Aprova Normas Regulamentadoras Rurais – NRR do art. 13 da Lei No 5889, de 05 de junho de 1973, relativas à Segurança e Higiene do Trabalho Rural.

As cinco NRRs são as seguintes:

NNR 1 – Disposições Gerais

NNR 2 – Serviço Especializado em Prevenção de Acidentes do Trabalho Rural – SEPATR

NNR 3 – Comissão Interna de Prevenção de Acidentes do Trabalho Rural – CIPATR

NNR 4 – Equipamentos de Proteção Individual – EPI

NNR 5 – Produtos Químicos

### **3.4 Conceito Legal de Acidente do Trabalho**

A legislação também define o acidente do trabalho de modo a satisfazer os seus objetivos.

A Lei 5316, de 14 de setembro de 1967, que integrou o seguro de acidentes do trabalho na Previdência Social, e o Decreto Nº 61784, de 28 de novembro de 1967, que aprovou o regulamento do seguro de acidentes do trabalho, assim o definem:

“Acidente do Trabalho será aquele que ocorrer pelo exercício do trabalho, a serviço da empresa, provocando lesão corporal, perturbação funcional ou doença que cause a morte ou a perda ou redução, permanente ou temporária, da capacidade para o trabalho” (ZÓCCHIO,1971)

### 3.4.1 Causas de Acidente do Trabalho

A teoria proposta por Heinrich “Industrial Accident Prevention” continua sendo a fórmula clássica de demonstrar como o homem participa da seqüência de fatores que culmina com a ocorrência do acidente e as suas conseqüências.

Segundo essa teoria, tudo começa com o homem que, por hereditariedade ou influência do meio social, poderá ser portador de caracteres negativos de personalidade, de caráter e de educação. Dessas características advêm as falhas humanas que tanto no campo técnico ou administrativo, e mesmo braçal, dão origem aos dois principais elos da cadeia do acidente que são: atos inseguros, praticados pelas pessoas no desempenho de suas funções, e condições inseguras, criadas ou mantidas no ambiente pelos mais diversos motivos aparentes, mas somente por um verdadeiro, isto é, a falha humana em não entender que os trabalhos não deveriam ser executados em quaisquer condições que não fossem totalmente seguras para as pessoas. Dos atos e condições inseguros, combinados ou não, resultam os acidentes, que causam lesões ao homem e prejuízos à empresa (ZÓCCHIO,1971).

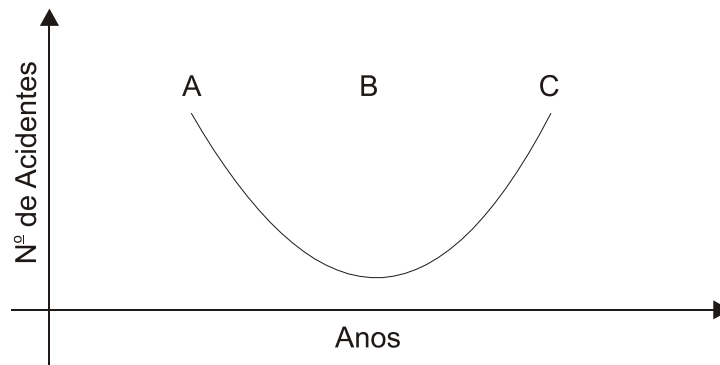
Todo acidente tem uma causa ou causas associadas. Portanto todo acidente pode ser prevenido, exceto aqueles de origem natural, tais como: terremotos e vulcões. Dentre as causas possíveis pode-se destacar:

- Fatores sociais
- Instrução não adequada
- Mau planejamento
- Supervisão incorreta e/ou inapta
- Não observância de normas
- Práticas de trabalho inadequadas
- Manutenção incorreta
- Mau uso de equipamentos de proteção
- Uso de materiais de origem desconhecida
- “Lay-out” inadequado
- Higiene pessoal
- Jornada excessiva de trabalho



## Curva de acidentes

A estatística de acidentes do trabalho envolvendo substâncias químicas, assim como grande maioria dos acidentados em geral, fornece dados como:



Onde: **A** = falta de experiência

**B** = equilíbrio profissional

**C** = excesso de confiança

A curva demonstra a importância de se dar ao funcionário que está iniciando suas atividades, um treinamento consistente e que deve ser mantido ao longo da sua permanência na empresa, por meio de cursos de reciclagem e atualização (COSTA, 1966).

### **3.4.2 Sistema de Gestão de Segurança e Ações Preventivas**

Os primeiros Congressos Internacionais sobre acidentes do trabalho foram realizados em Bruxelas (1887), em Paris (1887), novamente em Paris (1889), em Berna(1891), em Milão(1891). Como resultado desses Congressos, começaram a surgir as Convenções Internacionais sobre matéria de trabalho.

No Brasil vigora a convenção 155 da Conferência Internacional do Trabalho que é a “Convenção sobre Segurança e Saúde dos Trabalhadores e o Meio Ambiente de Trabalho” (COSTA,1996).

A Portaria 3.214 de 08 de junho de 1978, do Ministério do Trabalho - Norma Regulamentadora Nº 5 – Anexo IV classifica os principais riscos ocupacionais em grupos, de acordo com a natureza e a padronização das cores correspondentes. Na Tabela III.1 pode-se identificar e controlar as exposições ocupacionais nos mais diversos tipos de ambientes laborais.

Tabela III.1 – Identificação de exposições ocupacionais em vários tipos laborais  
(BRASIL, 1995).

<b>Grupo 1 verde</b>	<b>Grupo2 Vermelho</b>	<b>Grupo3 marrom</b>	<b>Grupo4 amarelo</b>	<b>Grupo5 azul</b>
Riscos Físicos	Riscos Químicos	Riscos Biológicos	Riscos Ergonômicos	Riscos Acidentes
Ruídos Vibrações Radiações ionizantes Radiações não ionizantes Frio Calor Pressões anormais Umidade	Poeiras Fumos Névoas Neblinas Gases  Vapores Substâncias, compostos ou produtos químicos em geral	Vírus Bactérias Protozoários Fungos Parasitas Bacilos	Esforços físicos intenso Levantamento e transporte manual de peso Exigência de postura inadequada Controle rígido de produtividade Imposição de ritmos excessivos Trabalho em turno e noturno Jornadas de trabalho prolongadas Monotonia e repetitividade  Outras situações causadoras de stress físico e/ou psíquico	Arranjo físico inadequado Máquinas e equipamentos sem proteção Ferramentas inadequadas ou defeituosas Iluminação inadequada Eletricidade Probabilidade de incêndio ou explosão Armazenamento Inadequado Animais peçonhentos Outras situações de risco que poderão contribuir para ocorrência de acidentes

É muito importante saber que a presença de produtos ou agentes no local de trabalho não quer dizer que, obrigatoriamente, existe perigo para a saúde. Isso depende da combinação de muitas condições como a natureza do produto, a sua concentração, o tempo e a intensidade de exposição a eles, por exemplo (SESI,1994). É possível constatar algumas conseqüências à saúde quando um trabalhador fica em exposição aos riscos existentes nos ambientes de trabalho por não haver um controle efetivo por parte do Serviço de Segurança Ocupacional.

Na Tabela III. 2 tem-se a relação dos agentes químicos mais comuns e suas principais formas de apresentação.

Tabela III.2. – Agentes químicos e suas formas de apresentação ( SESI)

<b>FORMAS DE AGENTES QUÍMICOS</b>	
Forma gasosa	Monóxido de carbono Dióxido de enxofre Vapores de solventes Óxido de hidrogênio Amônia Ácido clorídrico Ácido sulfúrico Sulfeto de carbono Sulfeto de hidrogenio
Forma sólida	Soda em escamas, pós, poeiras de sílica, granito, algodão, etc.
Forma líquida	Ácidos Álcalis Solventes

## Riscos possíveis dos produtos químicos para a saúde

Os riscos e as conseqüências para a saúde de alguns dos principais produtos químicos utilizados pelas indústrias, a depender da toxicidade de cada um, são mostrados no quadro abaixo:

Tabela III.3. – Riscos Possíveis dos Produtos Químicos (SESI).

<b>RISCOS POSSIVEIS DOS PRODUTOS QUIMICOS</b>		
<b>Produto</b>	<b>Uso</b>	<b>Riscos para a saúde</b>
Antimonio	Empregado nas ligas com chumbo, fabricação de baterias, graxeiras, metais para imprensa, soldagens, fabricação de tintas e outros	Encontra-se associado com chumbo e o arsênio. Seus compostos podem irritar olhos, pele e mucosas das vias respiratórias. Pó e fumos podem provocar lesões nos pulmões
Chumbo	Usado como catodo de baterias, na construção, em tintas, vernizes, tubulações, metal de imprensa, munições, fabricação de automóveis, latas pesticidas e inseticidas.	Penetra no organismo por inalação e ingestão. Pode provocar lesões nos rins e no fígado. Alguns compostos do chumbo podem provocar câncer.
Mercúrio	Usado na fabricação de termômetros, barômetros, bombas de vácuo, contatos elétricos e na extração de ouro e por dentistas.	O mercúrio acumula-se nos rins, baço e ossos. O envenenamento resulta em inchaço das glândulas salivares, resultando em queda dos dentes na boca e nas gengivas.

Níquel	Usado em ligas com aço na produção de máquinas, automóveis e componentes elétricos, como catalisador em abnhos eletrolíticos(niquelagem), baterias, acumuladores e no fabrico de moedas.	Pode provocar dermatite e alergias. É também um agente cancerígeno, podendo atingir os pulmões, a cavidade nasal, os ossos e o estomago.
Zinco	Usado na fabricação de baterias, pilhas, ligas de latão, bronze e galvanização.	Os fumos provocam a febre dos metalúrgicos (calfrio, febre alta e secura na boca). Seus compostos prejudicam os olhos, a pele e as mucosas.
Acetileno	Gás básico no processo de solda e corte de metais	Transforma-se em narcótico quando se mistura com oxigênio, provocando sonolência e perda dos sentidos.
Ácido Nitrico	Usado na dissolução e tratamento de minérios metálicos.	É tóxico para a pele, os olhos e a mucosa das vias respiratórias. Pode produzir edema pulmonar.
Ácido Sulfurico	Usado como dissolvente na degradação de certos minérios.Forma-se espontaneamente no tratamento do minério de enxofre.	Provoca irritação do sistema respiratório. Quando diluído pode causar dermatite e lesões nos pulmões.Seus vapores são corrosivos para a pele e os olhos.
Cloro	Usado na extração de alguns minérios e na eletrolise de alguns metais. É liberado nos gases de explosão e de fusão.	Irrita os olhos, a pele e as mucosas das vias respiratórias.
Alumínio	Usado na construção, industrias aeronáutica e automobilística, fabricação de cabos elétricos, utensílios de cozinha e papel de alumínio. Usado, também como pigmento em algumas pinturas e ligas	Oferece riscos sob a forma de pó, na produção industrial de raspantes e no uso de lixas e rebolos.

	como o duralumínio.	
Cádmio	Usado na galvanização de outros metais para evitar corrosão. Facilita o processo de solda. É usados em algumas peças de motores, baterias de cádmio, níquel, foguetes, mísseis e aviões.	Os fumos podem causar envenenamento.
Metanol	O metanol(álcool metílico) é um álcool retirado da madeira e do gás natural. Também é chamado de carbinol ou álcool de madeira. Usado como combustível de veículos.	Os efeitos no organismo ocorrem pela contaminação através da respiração, ingestão e contato com a pele. Se ingerido, pode provocar cegueira e ser fatal.

### **3.4.3 Medidas gerais de proteção adotadas na gestão e gerenciamento de resíduos químicos.**

A consolidação das Leis do Trabalho e as Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho dedicam grande parte de seu texto à matéria. A implantação dos Serviços em Segurança e medicina do Trabalho (SESMT), a criação do PCMSO (Programa de Controle Médico da Saúde Ocupacional) e do PPRA (Programa dos Riscos Ambientais) e das CIPA (Comissão Interna de Prevenção de Acidentes) são partes integrantes de uma série de medidas estabelecidas pelo Poder Público em relação ao assunto. Esses tópicos são complementados pelas medidas específicas de proteção ao trabalhador, que consistem em equipamentos de proteção coletiva e individual.

A implantação de medidas de proteção ao trabalhador deve, necessariamente, ser priorizada em favor das medidas de proteção coletivas, porém existem situações em que as únicas medidas viáveis são as de proteção individual (LAURINDO FILHO, 1998).

### **3.4.3.1 Proteção Individual**

A Norma Regulamentadora NR-6 da Portaria 3214 de junho de 1978 do Ministério do Trabalho, estabelece medidas sobre a utilização dos EPIs em que dispositivo de uso individual, de fabricação nacional ou estrangeira será destinado a proteger a saúde e a integridade física do trabalhador.

Estes equipamentos serão utilizados em ambientes de trabalho toda vez que forem constatados agentes insalutíferos pelos métodos qualitativos ou quantitativos de acordo com a NR-15 (Norma Regulamentadora) aprovada pela Portaria N° 3214 de junho de 1978, e que poderão causar algum dano à saúde do trabalhador ou quando medidas de ordem coletiva forem inviáveis.

Alguns desses EPIs utilizados em ambientes de trabalho onde existem agentes consideradas prejudiciais as saúdes são descritos



## Respirador e máscara semifaciais



Figura III. 1 – EPI - Respiradores e máscaras semifaciais (SESMT, 2004).

No exemplo **A** o respirador do tipo semifacial com filtros de encaixe pode ser utilizado em ambientes internos e externos onde os níveis de contaminação não poderão exceder a 2%.

No exemplo **B** a máscara semi facial descartável deverá ser utilizada em ambientes internos ou externos que apresentem material particulado em suspensão.

### **EPIs (Equipamentos de Proteção Individual) utilizados nas atividades do LRQ.**

Algumas medidas de segurança adotadas para execução das atividades no LRQ são necessárias para manuseio dos frascos contendo resíduos químicos.

Na Figura III.2 é possível visualizar o kit de segurança utilizado pelos alunos estagiários. Esse kit de segurança é composto basicamente de óculos de

segurança lente incolor, respirador semifacial com filtro para vapores ácidos ou orgânicos. Vale ressaltar que todos os filtros utilizados são compostos de carvão ativado e são substituídos quando necessários de acordo com as especificações dos fabricantes desses equipamentos.



**Figura III.2** - Equipamentos de Segurança utilizados no LRQ (SESMT, 2004).

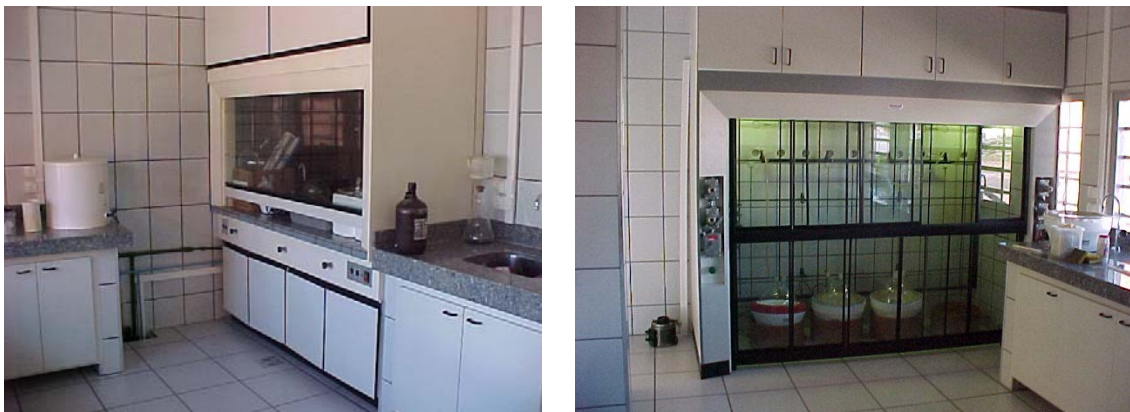
Outro item de segurança adotado e imprescindível é a utilização de luvas impermeáveis no manuseio dos frascos nas fases operacionais do LRQ. E como medida de segurança geral as atividades executadas no interior do entreposto são realizadas sempre em conjunto.



**Figura III.3** – Trabalho sendo realizado pelos estagiários do LRQ (SESMT, 2004).

### 3.4.3.2 Proteção Coletiva

São medidas de proteção coletiva salutíferas projetadas para um ambiente de trabalho visando a eliminação de um agente agressivo, físico, químico, biológico ou mecânico conseqüentemente eliminando o risco existente. Na Figura III. 4 verifica-se os sistemas de exaustão do LRQ.



**Figura III.4** – Capelas de Exaustão do LRQ (SESMT, 2004).

### **3.4.3.3 Procedimentos adotados como medida de Segurança no LRQ.**

A troca de um agente químico mais agressivo por outro mais brando às vezes é possível, pela mudança do processo de produção. Pode-se exemplificar a substituição do óxido de eteno que é um produto bastante agressivo, que possui Limite de Tolerância muito baixo. Menos agressivo e de comportamento muito semelhante, outro produto químico da mesma família, o óxido de propileno, possui características de menor agressividade e vem tendo, gradativamente, seu uso aumentado em substituição ao primeiro. Mas nem sempre é possível substituir. Há casos de agentes químicos cuja exposição é muito prejudicial, em que os pontos de geração de poluentes são confinados fisicamente. Nesses locais, ou se exclui a presença de trabalhadores, ou se limita esta a condições de máximo controle, a pessoal conhecedor dos riscos e de como proteger-se (SILVA FILHO, 1999). No Anexo III tem-se as Normas de Recolhimento do Resíduos Químicos do Campus de São Carlos, a tabela de incompatibilidade, bem como as Normas Básicas de Segurança adotadas em instituições de ensino

## 4 Considerações finais

Uma legislação brasileira própria e única sobre rotulagem é urgente, mas na opinião dos profissionais, deve-se esperar o trabalho de harmonização global de classificação e rotulagem de produtos químicos. Este sistema harmonizado faz parte de uma meta estabelecida pela OIT, através da sua Agenda 21, Capítulo 19. (SUDA, 2001).

Preparar novas Normas de Segurança do Trabalho a partir das Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho, para as atividades do LRQ, onde novos procedimentos são colocados continuamente em prática é primordial.

É essencial, ainda, analisar as dinâmicas de trabalho durante as etapas de identificação, rotulagem, transporte, armazenagem e tratamento (recuperação e descarte) dos resíduos químicos.

Além, de treinar alunos do Programa de Bolsa Trabalho, que desenvolvem atividades no Entreposto e no Laboratório, referente a utilização correta e manutenção dos EPIs, especificamente, dos respiradores semi faciais com filtros químicos.

Finalmente, avaliar a dinâmica de trabalho na sala de destilação de solventes e dos solventes recuperados para estabelecer padrões para o trabalho diário, determinado dentro da Norma Regulamentadora NR-15 e Anexos, N° 10,11,12 e 13 da Portaria 3214 de junho de 1978 do Ministério do Trabalho.

Todos esses procedimentos elevam a eficiência do LRQ, melhorando o ambiente de trabalho e contribuindo para a preservação do meio ambiente.

## Referências Bibliográficas

ALBERGUINI, L. B. A., SILVA, L., REZENDE, M.O.O.R., **Laboratório de Resíduos Químicos do Campus USP-São Carlos – Resultados da Experiência Pioneira em Gestão e Gerenciamento de Resíduos Químicos em um Campus Universitário**, São Paulo, Revista Química Nova, vol. 26, n. 2, 291/295, 2003

ALVES, F., **O que está sendo feito com os Resíduos Industriais**, São Paulo. Revista Saneamento Ambiental, n. 54, novembro/dezembro 1998.

ANDREOTTI, M., **Rotulagem de Produtos Químicos**, Rio Grande do Sul: Revista Proteção, mar,2001.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas, **Norma Brasileira 10004, Classificação de resíduos sólidos**, setembro 1987

ASHBROOK, P. C.; REINHARDT, P. A.: **Hazardous wastes in academia**. Environmental Science & Technology, v.19, n.2, p.1150, 1985.

BRASIL, 1995 - Ministério do Trabalho, **Manuais de Legislação. São Paulo, Atlas, 28ª Edição,1995**.

BRASIL,1998 - Decreto Legislativo No 2.657, **Convenção 170 da Organização Internacional do Trabalho**, [www.institutoamp.com.br/oit170.htm](http://www.institutoamp.com.br/oit170.htm) acessado em12/10/2004

CAVALCANTI, J. E., NBR 10004/setembro/1987, São Paulo. Revista Saneamento Ambiental, n. 54, novembro/dezembro 1998.

COLACIOPPO, Sérgio, THIESEN, Flávia, **A omissão da informação**, São Paulo. Revista Proteção, n.111, p 40. março 2001.

COSTA, M. A. F., **Segurança Química Básica em Biotecnologia e Ambientes Hospitalares**, São Paulo: Livraria Santos Editora, 1996.

COX, J. W. **Curso de Engenharia do Trabalho**. São Paulo: FUNDACENTRO, 1981.

FEHR, M., KURANICHI, V.H., **Desafiando os Aterros**, São Paulo. Revista Saneamento Ambiental, n. 60, Pp 30-39.1999.

FERREIRA, C. E. de C., **Acidentes com motoristas no transporte rodoviário de produtos perigosos**. *São Paulo Perspec.*, abr./jun. 2003, vol.17, no.2, p.68-80. ISSN 0102-8839.

FUNDACENTRO – **Curso para Engenheiros de Segurança do Trabalho**, São Paulo: Fundacentro, vol. 1 , vol 5, 1981

FUNDACENTRO – **Curso de Medicina do Trabalho**, São Paulo: FUNDACENTRO, vol. 4, 1981

GALVES, J. , Rio Grande do Sul: Revista Proteção, mar,2001.

GUIA PARA ROTULAGEM PREVENTIVA DE PRODUTOS QUIMICOS PERIGOSOS.**MCA Série Técnica H3**. São Paulo: FUNDACENTRO, 1980.

GROSZEK, F., São Paulo. Revista Saneamento Ambiental, n. 54, novembro/dezembro 1998.

JARDIM, W. F., V. **Gerenciamento de resíduos químicos em laboratórios de ensino e pesquisa.** Química Nova, v.21, n.5, p.671-673, 1998.

KUPCHELLA, C. D. & HYLAND, M.C., 1993. **Environmental Science - Living Within the System of Nature.** London: Prentice-Hall International. Cad. Saúde Pública v.17 n.3 Rio de Janeiro maio/jun. 2001.

LAURINDO FILHO, O., **Máquinas-Ferramentas: Aspectos de Segurança e Higiene do Trabalho.** Dissertação de Mestrado. USP – São Carlos, 1998.

LEITE, W. C. A. L., Associação Brasileira de Normas Técnicas –ABNT, Norma Brasileira 10004 – Resíduos Sólidos e **Estudo da Gestão de Resíduos Sólidos: Uma Proposta de Modelo Tomando a Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI-5) como referencia.** Dissertação de Doutorado. USP – São Carlos, 1997.

MACHER, C., **Curso de Engenharia do Trabalho.** São Paulo: FUNDACENTRO, 1.981.

MANUAL DE SEGURANÇA EM LABORATORIOS QUIMICOS, São Paulo, **IPEN, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares**, 1992



NOGUEIRA, D. P., **Curso de Engenharia do Trabalho**. São Paulo: FUNDACENTRO, 1981.

SANCHEZ, L. E., **Desengenharia: O passivo Ambiental da Desativação de Empreendimentos Industriais**, São Paulo. Editora da Universidade de São Paulo, 2001.

SCHNEIDER, J. WISKAMP, V. **Environmental protection in practical chemistry courses**. Journal of Chemical Education, v. 71, n. 6, p.587-589, 1994

SESI, Serviço Social da Indústria, **Mapa de Riscos de Acidentes do Trabalho, Guia Prático**, São Paulo 1994

SILVA FILHO, A. L., **Segurança Química**, São Paulo: LTr , 1999.

SUDA, M., **Padrão de Informação**, São Paulo. Revista Proteção, n. 111, março 2001. Suplemento especial

SUDA, M., **Rotulagem de Produtos Químicos**, Rio Grande do Sul: Revista Proteção, mar,2001.

STELLMAN, J. M. e DAUM, S. M., **Trabalho e Saúde na Indústria, Vol. III**. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária Ltda., 1975

SERPA, R.R. **O Estado de São Paulo, Transporte de carga tóxica representa 38% dos acidentes ambientais em SP**, Caderno de Noticias, Terça-feira, 12 de setembro de 2000

TAVARES, G. A., **Segurança em laboratórios de química. Piracicaba: ESALQ-USP, 1995. Implantação de um programa de gerenciamento de resíduos químicos (ativos e passivos) e águas servidas nos laboratórios de ensino e pesquisa do CENA/USP.** Dissertação de Doutorado. CENA/USP – Piracicaba, 2002.

TEIXEIRA, M., HADDAD, E., **Conseqüências, ao homem, de acidentes no transporte rodoviário de produtos perigoso,** Revista Meio Ambiente Industrial Ano VII Ed 39 set/out 2002.

ZÓCCHIO, Á. **Prática da Prevenção de Acidentes.** São Paulo: Atlas, 1971.

**ANEXO I**

**Norma regulamentadora NR-26 item 26.6**

26.6.1 A rotulagem dos produtos perigosos ou nocivos à saúde deverá ser feita segundo as normas constantes deste item.

2.6.2 Todas as instruções dos rótulos deverão ser breves, precisas, redigidas em termos simples e de fácil compreensão.

26.6.3 A linguagem deverá ser prática, não baseando somente nas propriedades inerentes a um produto, mas dirigida de modo a evitar os riscos resultantes do uso, manipulação e armazenagem do produto.

26.6.4 Onde possa ocorrer misturas de duas ou mais substâncias químicas, com propriedades que variam, em tipo ou grau daquelas dos componentes considerados isoladamente, o rótulo deverá destacar as propriedades perigosas do produto final.

26.6.5 Do rótulo deverão constar os seguintes tópicos:

NOME TÉCNICO DO PRODUTO;

PALAVRA DE ADVERTENCIA, designando o grau de risco;

INDICAÇÕES DE RISCO;

MEDIDAS PREVENTIVAS, abrangendo aquelas a serem tomadas;

PRIMEIROS SOCORROS;

INFORMAÇÕES PARA MÉDICOS, em casos de acidentes;

E INSTRUÇÕES ESPECIAIS EM CASO DE FOGO, DERRAME OU VAZAMENTO, quando for o caso.

26.6.6 No cumprimento do dispositivo no item anterior dever-se-á adotar o seguinte procedimento:

Nome técnico completo, o rótulo especificando a natureza do produto químico.

Exemplo: “Ácido Corrosivo”, Composto de Chumbo”. Em qualquer situação a identificação deverá ser adequada, para permitir escolha do tratamento médico correto, no caso de acidente.

**Palavra de Advertência** – As palavras de advertência que devem ser usadas são:

“PERIGO”, para indicar substancias que apresentam alto risco.

“CUIDADO”, para substancias que apresentam risco médio.

“ATENÇÃO”, para substancias que apresentam risco leve.

**Indicação de Risco** – As indicações deverão informar sobre os riscos relacionados ao manuseio de uso habitual ou razoavelmente previsível do produto.

Exemplos: “EXTREMAMENTE INFLAMÁVEIS”, “NOCIVO SE ABSORVIDO ATRAVÉS DA PELE”.

**Medidas Preventivas** – Tem por finalidade estabelecer outras medidas a serem tomadas para evitar lesões ou danos decorrentes dos riscos indicados. Exemplos “MANTENHA AFASTADO DO CALOR, FAÍSCAS E CHAMAS ABERTAS” e “EVITE INALAR A POEIRA”.

**Primeiros Socorros** – Medidas específicas que podem ser tomadas antes da chegada do médico.

**Anexo I – Brasil - Portaria 3.214/78 – Ministério do Trabalho**

## **ANEXO II**

## **CONVENÇÃO 170 da OIT**

Convenção Relativa à Segurança na Utilização dos Produtos Químicos no Trabalho

A Conferência Geral da Organização Internacional do Trabalho.

Convocada em Genebra pelo Conselho Administrativo da Repartição Internacional do Trabalho e tendo ali se reunido a 6 de junho de 1990, na sua septuagésima sétima sessão;

Tomando nota das Convenções e Recomendações internacionais do trabalho sobre a matéria e, em particular, a Convenção e a Recomendação sobre o benzeno, 1971; a Convenção e a Recomendação sobre o câncer profissional, 1974; a Convenção e a Recomendação sobre o meio ambiente no trabalho (poluição do ar, ruído e vibrações), 1977; a Convenção e a Recomendação sobre segurança e saúde dos trabalhadores, 1981; a Convenção e a Recomendação relativa aos serviços de saúde no trabalho, 1985; a Convenção e a Recomendação sobre o asbesto, 1986, e a lista de doenças profissionais, na sua versão emendada de 1980, que se encontra como anexo à Convenção sobre os benefícios em caso de acidentes do trabalho e doenças profissionais, 1964;

Observando que a proteção dos trabalhadores contra os efeitos nocivos dos produtos químicos contribui também para a proteção do público em geral e do meio ambiente;



Observando que o acesso dos trabalhadores à informação acerca dos produtos químicos utilizados no trabalho responde a uma necessidade e é um direito dos trabalhadores;

Considerando que é essencial prevenir as doenças e os acidentes causados pelos produtos químicos no trabalho ou reduzir a sua incidência:

- a) garantindo que todos os produtos químicos sejam avaliados a fim de se determinar o perigo que apresentam;
- b) proporcionando aos empregadores sistemas que lhes permitam obter dos fornecedores informações sobre os produtos químicos utilizados no trabalho, de forma a poderem pôr em prática programas eficazes de proteção dos trabalhadores contra os perigos provocados pelos produtos químicos;
- c) proporcionando aos trabalhadores informações sobre os produtos químicos utilizados nos locais de trabalho, bem como as medidas adequadas de prevenção que lhes permitam participar eficazmente dos programas de proteção, e
- d) estabelecendo as orientações básicas desses programas para garantir a utilização dos produtos químicos em condições de segurança.

Fazendo referência à necessidade de uma cooperação no âmbito do Programa Internacional de Segurança nos Produtos Químicos entre a Organização Internacional do Trabalho, o Programa das Nações Unidas para a Meio Ambiente e a Organização Mundial da Saúde, bem como com a Organização das Nações

Unidas para o Desenvolvimento Industrial, e observando os instrumentos, códigos e diretrizes pertinentes promulgados por estas organizações;

Após ter decidido adotar diversas propostas relativas à segurança na utilização de produtos químicos no trabalho, questão que constitui o quinto item na agenda da sessão, e

Após ter decidido que essas propostas deveriam tomar a forma de uma Convenção internacional, adota, neste vigésimo quinto dia do mês de junho de mil novecentos e noventa, a seguinte Convenção, que será denominada Convenção Sobre Produtos Químicos, 1990:

## **PARTE I - ÁREA DE APLICAÇÃO E DEFINIÇÕES**

### **Artigo 1**

1. A presente Convenção aplica-se a todos os ramos da atividade econômica em que são utilizados produtos químicos.

2. Com consulta prévia junto às organizações mais representativas de empregadores e trabalhadores interessadas, e com base em uma avaliação dos perigos existentes e das medidas de proteção que deverão ser aplicadas, a autoridade competente de todo Membro que ratificar a Convenção:

a) poderá excluir da aplicação da Convenção, ou de algumas das suas disposições, determinados ramos da atividade econômica, empresas ou produtos:

I) quando a sua aplicação apresentar problemas especiais de suficiente importância, e

II) quando a proteção outorgada no seu conjunto, em conformidade àquela que resultaria da aplicação, na íntegra, das disposições da Convenção;

b) deverá estabelecer disposições especiais para proteger as informações confidenciais, cuja divulgação, a um concorrente poderia resultar prejudicial para a atividade do empregador, sob a condição de que a segurança e a saúde dos trabalhadores não fiquem comprometidas.

3. A Convenção não se aplica aos artigos que, sob condições de utilização normais ou razoavelmente previsíveis, não expõem os trabalhadores a um produto químico perigoso.

4. A Convenção não se aplica aos organismos, mas aplica-se, sim, aos produtos químicos derivados dos organismos.

## **Artigo 2**

Para fins da presente Convenção:

a) a expressão "produtos químicos" designa os elementos e compostos químicos, e suas misturas, sejam naturais, sejam sintéticos;

b) a expressão "produtos químicos perigosos" abrange todo produto químico que tiver sido classificado como perigoso em conformidade com o Artigo 6, ou sobre o qual existam informações pertinentes indicando que ele implica risco;

c) a expressão "utilização de produtos químicos no trabalho implica toda atividade de trabalho que poderia expor um trabalhador a um produto químico, e abrange:

I) a produção de produtos químicos;

II) o manuseio de produtos químicos;

III) o armazenamento de produtos químicos;

IV) o transporte de produtos químicos;

V) a eliminação e o tratamento dos resíduos de produtos químicos;

VI) a emissão de produtos químicos resultantes do trabalho;

VII) a manutenção, a reparação e a limpeza de equipamentos e recipientes utilizados para os produtos químicos;

d) a expressão "ramos da atividade econômica" aplica-se a todos os ramos onde existam trabalhadores empregados, inclusive a administração pública;

e) o termo "artigo" designa todo objeto que seja fabricado com uma forma ou um projeto específico, ou que esteja na sua forma natural, e cuja utilização dependa total ou parcialmente das características de forma ou projeto;

f) a expressão "representantes dos trabalhadores" designa as pessoas reconhecidas como tais pela legislação ou a prática nacionais, em conformidade com a convenção sobre os representantes dos trabalhadores, 1971.

## **PARTE II - PRINCÍPIOS GERAIS**

### **Artigo 3**

Deverão ser consultadas as organizações mais representativas de empregadores e de trabalhadores interessadas acerca das medidas destinadas a levar a efeito as disposições da Convenção.

### **Artigo 4**

Todo Membro deverá, em consulta com as organizações mais representativas de empregadores e de trabalhadores, e levando na devida conta as condições e práticas nacionais, formular, pôr em prática e reexaminar periodicamente uma política coerente de segurança na utilização de produtos químicos no trabalho.

### **Artigo 5**

A autoridade competente, se for justificado por motivos de segurança e saúde, deverá poder proibir ou restringir a utilização de certos produtos químicos perigosos, ou exigir notificação e autorização prévias para a utilização desses produtos.

## **PARTE III - CLASSIFICAÇÃO E MEDIDAS CONEXAS**

### **Artigo 6**

Sistema de Classificação:

1. A autoridade competente, ou os organismos aprovados ou reconhecidos pela autoridade competente, em conformidade com as normas nacionais ou internacionais, deverão estabelecer sistemas e critérios específicos apropriados para classificar todos os produtos químicos em função do tipo e do grau dos riscos físicos e para a saúde que os mesmos oferecem, e para avaliar a pertinência das informações necessárias para determinar a sua periculosidade.

2. As propriedades perigosas das misturas formadas por dois ou mais produtos químicos poderão ser determinadas avaliando os riscos que oferecem os produtos químicos que as compõem.

3. No caso do transporte, tais sistemas e critérios deverão levar em consideração as Recomendações das Nações Unidas relativas ao transporte de mercadorias perigosas.

4. Os sistemas de classificação e a sua aplicação deverão ser progressivamente ampliados.

## **Artigo 7**

### **ROTULAÇÃO E MARCAÇÃO**

1. Todos os produtos químicos deverão portar uma marca que permita a sua identificação.

2. Os produtos químicos perigosos deverão portar, ainda, uma etiqueta facilmente compreensível para os trabalhadores, que facilite informações essenciais sobre a

sua classificação, os perigos que oferecem e as precauções de segurança que devam ser observadas.

3.1 As exigências para rotular ou marcar os produtos químicos, de acordo com os parágrafos 1 e 2 do presente Artigo, deverão ser estabelecidas pela autoridade competente ou por um organismo aprovado ou reconhecido pela autoridade competente, em conformidade com as normas nacionais ou internacionais.

3.2 No caso do transporte, tais exigências deverão levar em consideração as Recomendações das Nações Unidas relativas ao transporte de mercadorias perigosas.

## **Artigo 8**

### **FICHAS COM DADOS DE SEGURANÇA**

1. Os empregadores que utilizem produtos químicos perigosos deverão receber fichas com dados de segurança que contenham informações essenciais detalhadas sobre a sua identificação, seu fornecedor, a sua classificação, a sua periculosidade, as medidas de precaução e os procedimentos de emergência.

2. Os critérios para a elaboração das fichas com dados de segurança deverão ser estabelecidos pela autoridade competente ou por um organismo aprovado ou reconhecido pela autoridade competente, em conformidade com as normas nacionais ou internacionais.

3. A denominação química ou comum utilizada para identificar o produto químico na ficha com dados de segurança deverá ser a mesma que aparece na etiqueta.

## **Artigo 9**

### **RESPONSABILIDADE DOS FORNECEDORES**

1. Os fornecedores, tanto se tratando de fabricantes ou importadores como de distribuidores de produtos químicos, deverão assegurar-se de que:

a) os produtos químicos que fornecem foram classificados de acordo com o Artigo 6, com base no conhecimento das suas propriedades e na busca de informações disponíveis ou avaliados em conformidade com o parágrafo 3 do presente Artigo;

b) esses produtos químicos ostentem uma marca que permita a sua identificação, em conformidade com o parágrafo 1 do Artigo 7;

c) os produtos químicos perigosos que são fornecidos sejam, etiquetados em conformidade com o parágrafo 2 do Artigo 7;

d) sejam preparadas e proporcionadas aos empregadores, de acordo com o parágrafo 1 do Artigo 8, fichas com dados de segurança relativas aos produtos químicos perigosos.

2. Os fornecedores de produtos químicos perigosos deverão zelar para que sejam preparadas e fornecidas aos empregadores, segundo método acorde com a legislação e a prática nacionais, as etiquetas e as fichas com dados de segurança,



revisadas sempre que surgirem novas informações pertinentes em matéria de saúde e segurança.

3. Os fornecedores de produtos químicos que ainda não tenham sido classificados em conformidade com o Artigo 6 deverão identificar os produtos que fornecem e avaliar as propriedades desses produtos químicos se baseando nas informações disponíveis, com a finalidade de se determinar se são perigosas.

#### **PARTE IV -RESPONSABILIDADE DO S EMPREGADORES**

##### **Artigo 10**

##### **IDENTIFICAÇÃO**

1. Os empregadores deverão assegurar-se de que todos os produtos químicos utilizados no trabalho estejam etiquetados ou marcados, de acordo com o previsto no Artigo 7, e de que as fichas com dados de segurança foram proporcionadas, segundo é previsto no Artigo 8, e colocadas à disposição dos trabalhadores e de seus representantes.

2. Quando os empregadores receberem produtos químicos que não tenham sido etiquetados ou marcados de acordo com o previsto no Artigo 7 ou para os quais não tenham sido proporcionadas fichas com dados de segurança, conforme está previsto no Artigo 8, deverão obter informações pertinentes do fornecedor ou de outras fontes de informação razoavelmente disponíveis, e não deverão utilizar os produtos químicos antes de obterem essas informações.

3. Os empregadores deverão assegurar-se de que somente sejam utilizados aqueles produtos classificados de acordo com o previsto no Artigo 6 ou identificados ou avaliados segundo o parágrafo 3 do Artigo 9 e etiquetados ou marcados em conformidade com o Artigo 7, bem como de que sejam tomadas todas as devidas precauções durante a sua utilização.

## **Artigo 11**

### **TRANSFERÊNCIA DE PRODUTOS QUÍMICOS**

Os empregadores deverão zelar para que, quando sejam transferidos produtos químicos para outros recipientes ou equipamentos, seja indicado o conteúdo destes últimos a fim de que os trabalhadores fiquem informados sobre a identidade desses produtos, dos riscos que oferece a sua utilização e de todas as precauções de segurança que devem ser adotadas.

## **Artigo 12**

### **EXPOSIÇÃO**

Os empregadores deverão:

a) se assegurar de que seus trabalhadores não fiquem expostos a produtos químicos acima dos limites de exposição ou de outros critérios de exposição para a avaliação e o controle do meio ambiente de trabalho estabelecidos pela autoridade competente ou por um organismo aprovado ou reconhecido pela

autoridade competente, em conformidade com as normas nacionais ou internacionais;

b) avaliar a exposição dos trabalhadores aos produtos químicos perigosos;

c) vigiar e registrar a exposição dos trabalhadores a produtos químicos perigosos quando isso for necessário, para proteger a sua segurança e a sua saúde, ou quando estiver prescrito pela autoridade competente;

d) assegurar-se de que os dados relativos à vigilância do meio ambiente de trabalho e da exposição dos trabalhadores que utilizam produtos químicos perigosos sejam conservados durante o período prescrito pela autoridade competente e estejam acessíveis para esses trabalhadores e os seus representantes.

### **Artigo 13**

#### **CONTROLE OPERACIONAL**

1. Os empregadores deverão avaliar os riscos dominantes da utilização de produtos químicos no trabalho, e assegurar a proteção dos trabalhadores contra tais riscos pelos meios apropriados, e especialmente:

a) escolhendo os produtos químicos que eliminem ou reduzam ao mínimo o grau de risco;

b) elegendo tecnologia que elimine ou reduza ao mínimo o grau de risco;

- c) aplicando medidas adequadas de controle técnico;
- d) adotando sistemas e métodos de trabalho que eliminem ou reduzam ao mínimo o grau de risco;
- e) adotando medidas adequadas de higiene do trabalho;
- f) quando as medidas que acabam de ser enunciadas não forem suficientes, facilitando, sem ônus para o trabalhador, equipamentos de proteção pessoal e roupas protetoras, assegurando a adequada manutenção e zelando pela utilização desses meios de proteção.

2. Os empregadores deverão:

- a) limitar a exposição aos produtos químicos perigosos para proteger a segurança e a saúde dos trabalhadores;
- b) proporcionar os primeiros socorros;
- c) tomar medidas para enfrentar situações de emergência.

#### **Artigo 14**

#### **ELIMINAÇÃO**

Os produtos químicos perigosos que não sejam mais necessários e os recipientes que foram esvaziados, mas que possam conter resíduos de produtos químicos perigosos, deverão ser manipulados ou eliminados de maneira a eliminar ou

reduzir ao mínimo os riscos para a segurança e a saúde, bem como para o meio ambiente, em conformidade com a legislação e a prática nacionais.

## **Artigo 15**

### **INFORMAÇÃO E FORMAÇÃO**

Os empregadores deverão:

- a) informar aos trabalhadores sobre os perigos que oferece a exposição aos produtos químicos que utilizam no local de trabalho;
- b) instruir os trabalhadores sobre a forma de obterem e usarem as informações que aparecem nas etiquetas e nas fichas com dados de segurança;
- c) utilizar as fichas com dados de segurança, juntamente com as informações específicas do local de trabalho, como base para a preparação de instruções para os trabalhadores, que deverão ser escritas se houver oportunidade;
- d) proporcionar treinamento aos trabalhadores, continuamente, sobre os procedimentos e práticas a serem seguidas com vistas à utilização segura de produtos químicos no trabalho.

**Artigo 16****COOPERAÇÃO**

Os empregadores, no âmbito das suas responsabilidades, deverão cooperar da forma mais estreita que for possível com os trabalhadores ou seus representantes com relação à segurança na utilização dos produtos químicos no trabalho.

**PARTE V - OBRIGAÇÕES DOS TRABALHADORES****Artigo 17**

1. Os trabalhadores deverão cooperar da forma mais estreita que for possível com seus empregadores no âmbito das responsabilidades destes últimos e observar todos os procedimentos e práticas estabelecidos com vistas à utilização segura de produtos químicos no trabalho.

2. Os trabalhadores deverão adotar todas as medidas razoáveis para eliminar ou reduzir ao mínimo, para eles mesmos e para os outros, os riscos que oferece a utilização de produtos químicos no trabalho.

**PARTE VI - DIREITOS DOS TRABALHADORES E SEUS REPRESENTANTES****Artigo 18**

1. Os trabalhadores deverão ter o direito de se afastar de qualquer perigo derivado da utilização de produtos químicos quando tiverem motivos razoáveis para

acreditar, que existe um risco grave e iminente para a sua segurança ou a sua saúde, e deverão indicá-la sem demora ao seu supervisor.

2. Os trabalhadores que se afastem de um perigo, em conformidade com as disposições do parágrafo anterior, ou que exercitem qualquer outro direito em conformidade com esta Convenção, deverão estar protegidos contra as conseqüências injustificadas desse ato.

3. Os trabalhadores interessados e os seus representantes deverão ter o direito de obter:

a) informações sobre a identificação dos produtos químicos utilizados no trabalho, as propriedades perigosas desses produtos, as medidas de precaução que devem ser tomadas, a educação e a formação;

b) as informações contidas nas etiquetas e os símbolos;

c) as fichas com dados de segurança;

d) quaisquer outras informações que devam ser conservadas em virtude do disposto na presente Convenção.

(4. Quando a divulgação, a um concorrente, de identificação específica de um ingrediente de um composto químico puder resultar prejudicial para a atividade do empregador, ele poderá, ao fornecer as informações mencionadas no parágrafo 3, proteger a identificação do ingrediente, de acordo com as disposições

estabelecidas pelas autoridades competentes, em conformidade com o Artigo 1, parágrafo 2, item b).

## **PARTE VII - RESPONSABILIDADES DOS ESTADOS EXPORTADORES**

### **Artigo 19**

Quando em um Estado-Membro exportador a utilização de produtos químicos perigosos tenha sido total ou parcialmente proibida por razões de segurança e saúde no trabalho, esse Estado deverá levar esse fato e as razões que o motivaram ao conhecimento de todo país ao qual exporta.

### **Artigo 20**

As ratificações formais da presente Convenção serão comunicadas, para seu registro, ao Diretor-Geral da Repartição Internacional do Trabalho.

### **Artigo 21**

1. A presente Convenção somente vinculará os Membros da Organização Internacional do Trabalho cujas ratificações tenham sido registradas pelo Diretor-Geral.
2. Esta Convenção entrará em vigor doze meses após o registro das ratificações de dois Membros por parte do Diretor-Geral.
3. Posteriormente, esta Convenção entrará em vigor, para cada Membro, doze meses após o registro da sua ratificação.< /font>



**Artigo 22**

1. Todo Membro que tenha ratificado a presente Convenção poderá denunciá-la após a expiração de um período de dez anos contados da entrada em vigor mediante ato comunicado ao Diretor-Geral da Repartição Internacional do Trabalho e por ele registrado. A denúncia só surtirá efeito um ano após o seu registro.

2. Todo Membro que tenha ratificado a presente Convenção e não fizer uso da faculdade de denúncia prevista pelo presente Artigo dentro do prazo de um ano após a expiração do período de dez anos previstos pelo parágrafo anterior, ficará obrigado por um novo período de dez anos e, posteriormente, poderá denunciar a presente Convenção ao expirar cada período de dez anos, nas condições previstas no presente Artigo.

**Artigo 23**

1. O Diretor-Geral da Repartição Internacional do Trabalho notificará a todos os Membros da Organização Internacional do Trabalho o registro de todas as ratificações, declarações e denúncias que lhe sejam comunicadas pelos Membros da Organização.

2. Ao notificar aos Membros da organização o registro da segunda ratificação que lhe tenha sido comunicada, o Diretor-Geral chamará a atenção dos membros para a data de entrada em vigor da presente Convenção.

**Artigo 24**

O Diretor-Geral da Repartição Internacional do Trabalho comunicará ao Secretário-Geral das Nações Unidas, para fins de registro, conforme o Artigo 102 da Carta das Nações Unidas, as informações completas referentes a quaisquer ratificações, declarações e atos de denúncia que tenha registrado de acordo com os Artigos anteriores.

**Artigo 25**

Sempre que o julgar necessário, o Conselho de Administração da Repartição Internacional do Trabalho apresentará à Conferência Geral um relatório sobre a aplicação da presente Convenção e decidirá sobre a oportunidade de inscrever na agenda da Conferência a questão da sua revisão total ou parcial.

**Artigo 26**

1. Se a Conferência adotar uma nova Convenção que revise total ou parcialmente a presente Convenção e a menos que a nova convenção disponha contrariamente:

a) a ratificação, por um Membro, da nova Convenção revista implicará, de pleno direito, não obstante o disposto pelo Artigo 22, supra, a denúncia imediata da presente Convenção, desde que a nova Convenção revista tenha entrado em vigor.

b) a partir da entrada em vigor da Convenção revista, a presente Convenção deixará de estar aberta à ratificação dos Membros.

2. A presente Convenção continuará em vigor, em qualquer caso, em sua forma e teor atuais, para os Membros que a tiverem ratificado e que não ratificarem a Convenção revista.

### **Artigo 27**

As versões inglesa e francesa do texto da presente Convenção são igualmente autênticas.

## **ANEXO III**



Laboratório de Resíduos Químicos  
Campus São Carlos

# **NORMAS PARA RECOLHIMENTO DOS RESÍDUOS QUÍMICOS DO CAMPUS DE SÃO CARLOS**

**Universidade de São Paulo**

**Laboratório de Resíduos Químicos**

**Campus de São Carlos**

**Av. Trabalhador Sancarlene 400 – CEP: 13566-590**

**São Carlos – SP**

**telefone: 2739199**

**[www.sc.usp.br/residuos](http://www.sc.usp.br/residuos)**

**e-mail: [residuos@sc.usp.br](mailto:residuos@sc.usp.br)**

## I. Introdução

Com base no projeto “Programa de Tratamento de Resíduos Químicos” produzidos pelos Laboratórios de Ensino e Pesquisa em Química do Campus de São Carlos”, elaborado a partir dos resultados obtidos pelo grupo PET-Capes sob a coordenação do Prof. Dr. Gilberto Goissis de 1992 a 1996, e devido à fiscalizações e intimações de órgãos ambientais, como a CETESB, houve um incentivo à criação, montagem e funcionamento do Laboratório de Resíduos Químicos (LRQ), com o apoio do Hospital Universitário, Prefeitura do Campus Administrativo de São Carlos, SESMT-UBAS-HU.

### I.1 Objetivos do LRQ:

- Normalização para disposição dos resíduos químicos gerados no Campus de São Carlos;
- Coleta dos resíduos químicos gerados pelo Campus de São Carlos.
- Recuperação e/ou eliminação dos resíduos químicos de modo adequado.

### I.2 Infra-estrutura:

**Abrigo de Resíduos Químicos** – local adequado para armazenamento dos resíduos químicos provenientes e gerados nas Unidades do Campus de São Carlos e dispostos de maneira segura, para serem tratados posteriormente.

Vale ressaltar que os resíduos químicos a serem dispostos no Abrigo devem ser oriundos apenas de Lab. de Ensino e Pesquisa do Campus de São Carlos.

**Laboratório de Resíduos Químicos** – local que conta com uma infraestrutura para tratar e recuperar efetivamente os resíduos químicos. Parte do material recuperado retorna as Unidades para reutilização.

### I.3 Recursos Humanos local:

Química: Leny Borghesan A. Alberguini – [leny@sc.usp.br](mailto:leny@sc.usp.br)

Auxiliar: Flávio Antonio Cortez - [flcortez@sc.usp.br](mailto:flcortez@sc.usp.br)

Assistência: SESMT do Campus – Eng. Luis Carlos da Silva – [lcsilva@sc.usp.br](mailto:lcsilva@sc.usp.br)

### I.4 Contatos com o LRQ:

[residuos@sc.usp.br](mailto:residuos@sc.usp.br)

Fone – 273 9199

## II. Normas para Recolhimento dos Resíduos Químicos

As normas aqui citadas foram elaboradas pelo LRQ e adequadas à rotina de trabalho do mesmo.

## **II.1. Rotulagem**

A rotulagem sugerida nessa norma baseia-se numa classificação feita pela NFPA (National Fire Protection Association), que desenvolveu um sistema padrão para indicar a toxicidade, a inflamabilidade e a reatividade de produtos químicos perigosos.

Esse sistema é representado pelo Diamante do Perigo, Figura 1. Esse diagrama possui sinais de fácil reconhecimento e entendimento, os quais podem dar uma idéia geral do perigo desses materiais, assim como o grau de periculosidade. O Diagrama é impresso em uma etiqueta fornecido as unidades pelo LRQ.

Devem ser seguidas as seguintes normas:

- II.1.1.** A etiqueta deve ser colocada no frasco antes de se inserir o resíduo químico para evitar erros;
- II.1.2.** Abreviações e fórmulas não são permitidas;
- II.1.3.** O Diagrama deve ser completamente preenchido, ou seja, os 3 itens (risco à saúde, inflamabilidade e reatividade) - consultar as fichas MSDS;
- II.1.4.** Se a etiqueta for impressa em preto e branco, esta deve ser preenchida usando canetas das respectivas cores do Diagrama;
- II.1.5.** A classificação do resíduo deve priorizar o produto mais perigoso do frasco, mesmo que este esteja em menor quantidade;
- II.1.6.** O espaço ao lado Diagrama deve estar totalmente preenchido. Deve-se completar a etiqueta com o nome do produto principal e no espaço reservado para produtos secundários deve-se descrever todos os outros materiais contidos nos frascos, mesmo os que apresentam concentrações muito baixas (traços de elementos) e inclusive água;

**II.1.7.** Para o preenchimento do Diagrama pode-se consultar sites de universidade internacionais ou livros que contenham fichas MSDS (Material Safety Data Sheet) onde a classificação de cada produto químico pode ser encontrada. Alguns endereços e bibliografia de fácil acesso:

[www.siri.org](http://www.siri.org)

<http://www.hazard.com/msds/>

<http://ull.chemistry.uakron.edu/erd/>

Catalog Handbook of Fine Chemicals – Aldrich Wisconsin – USA

Reactivos – Diagnostica Produtos Químicos – Merck

**II.1.8.** No caso do item II não ser atendido na sua totalidade, o material retornará a sua Unidade geradora.

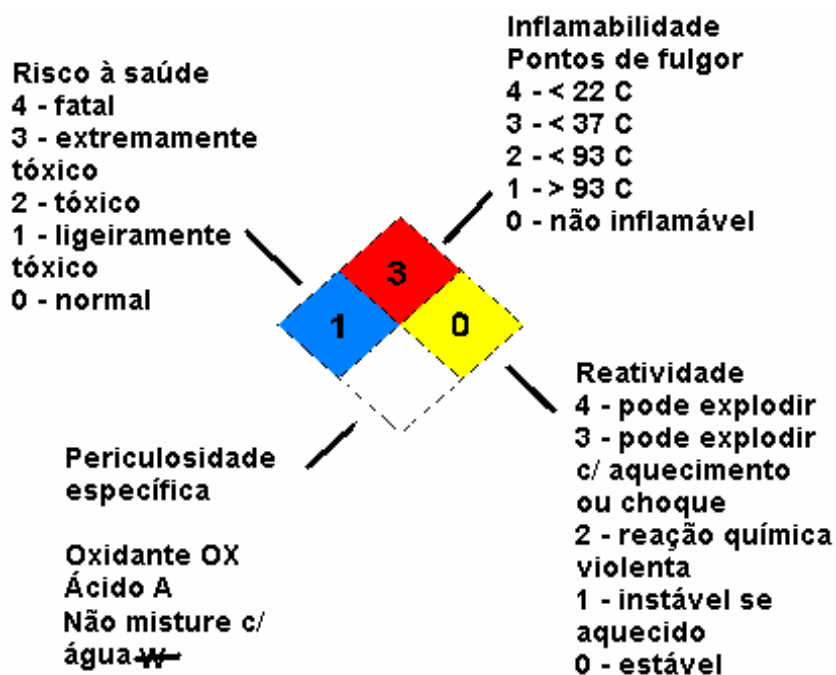


Figura 1: Diamante do Perigo



**Escala de avaliação para classificação do produto principal, contido no frasco de resíduo, quanto ao:**

**RISCOS À SAÚDE**

- 4 – Materiais que podem, a pequena exposição ser fatal. Necessário equipamento de segurança especializado.
- 3 – Materiais corrosivos ou tóxicos que podem provocar danos sérios temporários ou residuais a curtos períodos de exposição, mesmo sendo dado pronto atendimento médico.
- 2 – Materiais que podem causar danos residuais a exposições intensas ou contínuas, no caso de inalação ou absorção pela boca, pele.
- 1 – Materiais que causam irritação.
- 0 – Material usualmente não perigoso.

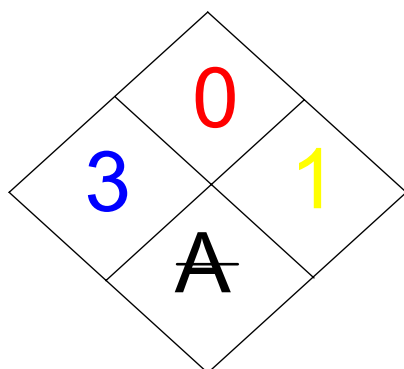
**INFLAMABILIDADE**

- 4 – Materiais que se vaporizam rapidamente ou completamente à pressão atmosférica e à temperatura normal ambiente, ou que são dispersados rapidamente no ar e que entram em combustão rapidamente.
- 3 – Líquidos e sólidos que podem entrar em ignição sob quase todas as condições de temperatura ambiente.
- 2 – Materiais que devem ser aquecidos moderadamente, ou expostos a temperaturas ambientais relativamente altas, antes de se dar a ignição.
- 1 – Materiais que devem ser pré-aquecidos antes que a ignição possa ocorrer.
- 0 – Materiais que não se inflamam.

**ESTABILIDADE**

- 4 – Materiais que, por si mesmos, são capazes de rápida detonação, ou de composição explosiva ou reação a temperaturas ou pressões normais.
- 3 – Materiais que, por si mesmos, são capazes de produzir detonação, ou reação explosiva, mas necessitando de uma fonte de ignição, ou que reagem explosivamente em contato com água.
- 2 – Materiais que, por si mesmos, são normalmente instáveis, e prontamente sofrem transformação química violenta, mas não detonam. Também, materiais que podem reagir violentamente em contato com a água ou que podem produzir misturas potencialmente explosivas com a água.
- 1 – Materiais que, por si mesmos, são normalmente estáveis, mas que podem tornar-se instáveis a temperaturas e pressões elevadas ou que podem reagir, em contato com a água com alguma liberação de energia, mas não violentamente.
- 0 – Materiais que, por si mesmos, são normalmente estáveis, mesmo em situações de exposição ao fogo, não reagem em contato com a água.

**Exemplo** - Resíduo de ácido sulfúrico contendo mercúrio.



<b>RESÍDUO QUÍMICO</b>	
Produto Principal:	<u>ÁCIDO SULFÚRICO</u>
Produto Secundário:	<u>MERCÚRIO METÁLICO - Hg</u>
Procedência:	<u>Laboratório X</u>
Responsável	_____
Data:	____/____/____

Figura 2 - Exemplo do rótulo sugerido pelas Normas de Recolhimento para os frascos de resíduos.

### III. Acondicionamento dos resíduos químicos

**III.1.** Os resíduos devem encontrar-se bem acondicionados, de tal forma que não ocorram acidentes durante o transporte, deve-se respeitar o limite de 80% do seu volume total no preenchimento do frasco;

**III.2.** É de vital importância que os resíduos químicos devam ser armazenados em recipientes compatíveis. Se o material é colocado em um recipiente inadequado, este pode se desintegrar ou romper-se; Ex.-soluções básicas devem ser armazenadas em frascos plásticos.

**III.3.** Os produtos químicos listados abaixo devem ser armazenados em recipientes de vidro. Esses produtos **não devem ser** colocados dentro de bombonas plásticas (HDPE); ácidos inorgânicos/orgânicos, compostos orgânicos, peróxido de hidrogênio > 10%

**III.4.** Evitar misturar resíduos químicos. Armazená-los em recipientes separados mesmo quando em pequenos volumes;

**III.5.** Resíduos de análise de ácidos ou bases não contendo **fluoretos e metais pesados**, após a neutralização podem ser descartados pelo próprio laboratório.

**III.6.** Papéis de filtro contendo resíduos químicos, borra de metais pesados, papel indicador, etc.. não serão aceitos pelo LRQ.

**III.7.** Os materiais deverão estar armazenados separadamente conforme instruções abaixo, evitando-se assim a promoção de reações secundárias e formação de novos produtos, tornando possível a sua recuperação;

**III.8. Devem ser armazenados separadamente:**

- A. Soluções ácidas, básicas e aquosas contendo metais pesados;
- B. Compostos organoclorados (tetracloreto de carbono, clorofórmio, diclorometano, etc...);
- C. Materiais contendo mercúrio (sólido ou líquido);
- D. Sulfocrômica; DQO;
- E. Solventes orgânicos ou inorgânicos contendo pesticidas, fungicidas e praguicidas;
- F. Anilina;
- G. Piridina;
- H. Benzeno, tolueno, etilbenzeno e xileno ( BTEX)
- I. Óleos, graxas, lurificantes, etc...;
- J. Resíduos de banhos eletrolíticos;

**III.9.** Reagentes específicos devem ser previamente consultados para envio.

#### **IV. Transporte dos resíduos químicos**

**IV.1.** Os resíduos devem encontrar-se bem acondicionados, de tal forma que não ocorra vazamentos durante o transporte.

**IV.2.** A coleta dos resíduos químicos, após estarem devidamente rotulados, será realizada pelo LRQ com a assistência do SESMT .

**IV.3.** As coletas serão pré-determinadas pelo LRQ;

**IV.4.** Não serão recebidos resíduos químicos entregues por terceiros.

**IV.5. O LRQ dispõe de frascos vazios para acondicionamento de seus resíduos químicos.**

## V. Procedimento para realização da coleta

**V.1.** Enviar um memorando ao LRQ solicitando a retirada de resíduos químicos da Unidade;

**V.2.** Na entrega do resíduos será fornecido um formulário com a descrição e quantidade de produto, o laboratório gerador do resíduo e o responsável pelo envio.

## VI. Recomendações

**VI.1.** Tenha seus próprios recipientes de descartes químicos devidamente identificado, evitando assim riscos de misturas indesejadas e potencialmente perigosas.

**VI.2.** Evite misturar resíduos. Guarde-os em recipientes separados.

O Laboratório de Resíduos Químicos reserva-se no direito de alterar a **Norma de Recolhimento de Resíduos Químicos do Campus de São Carlos**, dependendo de alterações na dinâmica de trabalho interna e disponibilidade de equipamentos. Eventuais alterações serão comunicadas as Unidades.

Laboratório de Resíduos Químicos

Leny Borghesan A. Alberguini

[residuos@sc.usp.br](mailto:residuos@sc.usp.br)

Telefone – 273 9199

Tabela de Incompatibilidade

Nome do Produto	Fórmula	Incompatibilidade	Tipo de Reação Incompatível
Ácido acético	$\text{CH}_3 - \underset{\text{O}}{\underset{\parallel}{\text{C}}} - \text{OH}$	CrO <sub>3</sub> , KMnO <sub>4</sub> , H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Oxidação rápida
Acetona	$\text{CH}_3 - \underset{\text{O}}{\underset{\parallel}{\text{C}}} - \text{CH}_3$	HNO <sub>3</sub> , H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , CrO <sub>3</sub>	Oxidação rápida
Acetileno	H - C ≡ C - H	Ag <sup>0</sup> , Hg <sup>0</sup> , Cu <sup>0</sup> , Mg <sup>0</sup>	Explosivo
Acroleína	$\text{CH}_2 = \text{CH} - \underset{\text{O}}{\underset{\parallel}{\text{C}}} - \text{H}$	Ácidos fortes Bases (NH <sub>4</sub> OH, aminas)	Oxidação rápida
Metais alcalinos	Cs <sup>0</sup> , Rb <sup>0</sup> , K <sup>0</sup> , Na <sup>0</sup> , Li <sup>0</sup>	<p>Água</p> <p>Halogênio (F<sub>2</sub>, Cl<sub>2</sub>, Br<sub>2</sub>)</p> <p>CCl<sub>4</sub>, CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>, etc...</p> <p>Dióxido de carbono</p> <p>Enxofre, S<sub>8</sub></p>	<p>Exotérmica, formação de hidróxido</p> <p>Formação de haletos Reação explosiva</p> <p>Reação exotérmica</p> <p>Combustão</p> <p>Reação exotérmica</p>
Amônia	NH <sub>3</sub> OH	<p>Nitrato de Prata, óxido de prata</p> <p>Bromo</p> <p>Alquil Sulfatos</p>	<p>Formação de explosivos (AgN<sub>3</sub>)</p> <p>Formação de explosivo</p> <p>Reação extremamente exotérmica</p>

<b>Bromo</b>	<b>Br<sub>2</sub></b>	<b>Compostos insaturados</b>  <b>Aldeídos e cetonas</b>  <b>Éster ( óxidos dietílicos)</b>  <b>Amônia e hidróxido de amônia</b>  <b>Hidretos</b>	<b>Bromação exotérmica</b>  <b>Bromação exotérmica</b>  <b>Combustão</b>  <b>Formação de brometo exot.</b>  <b>Bromação exotérmica e combustão</b>
<b>Cloreto</b>	<b>Cl<sub>2</sub></b>	<b>Materiais orgânicos (borracha)</b>  <b>Oxido dietílico, tetrahydrofurano</b>  <b>Dimetilformamida</b> <b>Hidrazinas</b>  <b>Amônia</b>  <b>AsH<sub>3</sub>, PH<sub>3</sub>, SiH<sub>4</sub>, B<sub>2</sub>H<sub>6</sub>, etc.</b>  <b>Silicones</b>	<b>Cloração exotérmica</b>  <b>Combustão</b>  <b>Formação de ácidos nítrico</b>  <b>Formação de explosivos</b>  <b>Cloração exotérmica</b>  <b>Reação exotérmica</b>
<b>Ácido Crômico</b>	<b>CrO<sub>3</sub></b>	<b>Líquidos Inflamáveis (Álcool, cetonas)</b>  <b>DMF, piridina,</b>  <b>Enxofre</b>	<b>Oxidação rápida</b>  <b>Reação violenta</b>  <b>Combustão Espontânea</b>

<b>Dimetilformamida (DMF)</b>	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \backslash \\ \text{N} - \text{C} - \text{H} \\ / \quad \parallel \\ \text{CH}_3 \quad \text{O} \end{array}$	<b>Cloreto de trionila Cloreto</b>  <b>Tetracloroeto de carbono</b>  <b>Hidreto de sódio</b>  <b>Tetrahidroborato de sódio (NaBH<sub>4</sub>)</b>  <b>KMnO<sub>4</sub>, Br<sub>2</sub>, Cl<sub>2</sub></b>	<b>Reação exotérmica</b>  <b>Reação exotérmica</b>  <b>Reação exotérmica</b>  <b>Reação exotérmica (combustão)</b>
<b>Dimetilsulfóxido (DMSO)</b>	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{S}^+ - \text{CH}_3 \\   \\ \text{O}^- \end{array}$	<b>Cloreto de acila</b>  <b>POCl<sub>3</sub>, PCl<sub>3</sub>, SCl<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>, SOCl<sub>2</sub>, etc. Percloratos (Mg, Ag, Hg, Cr)</b>  <b>Hidreto de sódio</b>	<b>Formação de formaldeído (polimerização)</b>  <b>Solvatação de percloratos por DMSO</b>  <b>Formação dimetilsulfinílico (anion) – reação exotérmica</b>
<b>Mercúrio</b>	<b>Hg<sup>0</sup></b>	<b>KMnO<sub>4</sub> sólido</b>  <b>Amônia, Br<sub>2</sub>, Cl<sub>2</sub>, Na<sup>0</sup>, K<sup>0</sup>, Li<sup>0</sup></b>	<b>Combustão</b>  <b>Formação de haletos</b> <b>Formação de amálgama (exotérmica)</b>

<p><b>Ácido nítrico</b></p>	<p><b>HNO<sub>3</sub></b></p>	<p><b>Enxofre (S<sub>8</sub>)</b></p> <p><b>Materiais orgânicos combustíveis (algodão, madeira)</b></p> <p><b>Álcoois ( metanol, etanol, etileno glicol)</b></p> <p><b>Cetonas (acetona, metilisobutilcetona)</b></p> <p><b>Anidrido acético</b></p> <p><b>Aminas aromáticas (anilina, toluidina, etc)</b></p> <p><b>Hidrazinas</b></p> <p><b>Hidretos (PH<sub>3</sub>, ASH<sub>3</sub>, SH<sub>2</sub>, SeH<sub>2</sub>, etc.)</b></p>	<p><b>Reação exotérmica</b></p> <p><b>Oxidação rápida</b></p> <p><b>Formação de ésteres nítricos – rápido oxidação</b></p> <p><b>Oxidação rápida</b></p> <p><b>Formação de nitrato de acetila</b></p> <p><b>Oxidação rápida</b></p> <p><b>Oxidação rápida</b></p> <p><b>Oxidação rápida</b></p>
<p><b>Peróxido de Hidrogênio</b></p>	<p><b>H<sub>2</sub>O<sub>2</sub></b></p>	<p><b>Materiais orgânicos combustíveis ( gorduras)</b></p> <p><b>Álcoois ( metanol, etanol, glicerol, etc)</b> <b>Acetona</b></p> <p><b>Ácidos carboxílicos (fórmico, acético, tartárico, etc)</b></p> <p><b>Nitrometano</b></p> <p><b>Hidrazina</b> <b>Metais (Ag<sup>0</sup>, Cr<sup>0</sup>, Co<sup>0</sup>, Mn<sup>0</sup>, Pb<sup>0</sup>, Pt<sup>0</sup>)</b></p>	<p><b>Oxidação mais ou menos rápida de acordo com a cc de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.</b></p> <p><b>Formação de explosivos de peróxidos cíclicos</b> <b>Formação de peróxido</b></p> <p><b>Mistura explosivas</b></p> <p><b>Oxidação rápida</b> <b>Decomposição</b></p>



<p><b>Ácido perclórico</b></p>	<p><b>HClO<sub>4</sub></b></p>	<p><b>Materiais combustíveis orgânicos (madeira, papel e algodão)</b></p> <p><b>Agentes desidratante (anidrido acético, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, etc.)</b></p> <p><b>álcool, metanol, etanol, glicol</b></p> <p><b>Sulfóxidos (DMSO, dibenzilsulfoxide)</b></p>	<p><b>Formação perclórico éster (rápida oxidação)</b></p> <p><b>Formação de anidrido perclórico (Cl<sub>2</sub>O<sub>7</sub>)</b></p> <p><b>Formação de ésteres perclóricos (R-O-Cl<sub>2</sub>)</b></p> <p><b>Formação de percloratos</b></p>
<p><b>Fósforo</b></p>	<p><b>P<sub>4</sub></b></p>	<p><b>Oxigênio, ar</b></p> <p><b>Compostos oxidantes (KClO<sub>3</sub>, KMnO<sub>4</sub>)</b></p> <p><b>MgClO<sub>4</sub></b></p> <p><b>F<sub>2</sub>, Cl<sub>2</sub>, Br<sub>2</sub></b></p> <p><b>Hidróxidos alcalinos (KOH<sub>3</sub>, NaOH, etc)</b></p> <p><b>Carvão</b></p>	<p><b>Combustão espontânea</b></p> <p><b>Reação explosiva</b></p> <p><b>Reação explosiva</b></p> <p><b>Combustão</b></p> <p><b>Formação de combustíveis – espontaneamente</b></p> <p><b>Fosfinas</b></p> <p><b>Combustão espontânea</b></p>

Permanganato de potássio	KMnO <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Formação de Mn <sub>2</sub> O <sub>7</sub>
		HCl	Reação exotérmica)
		Ácido acético	Combustão
		Anidrido acético	Reação exotérmica
		Poliol ( glicol, glicerol)	Combustão
		Aldeído (formaldeído, benzaldeído)	Reação exotérmica (combustão)
		DMSO, DMF	Reação exotérmica
		Fósforo, enxofre	Reação violenta
Aminas Primárias e Secundárias	R - NH <sub>2</sub> R - N - R	Hipoclorito (NaOCl,etc)	Formação de cloraminas
Hipoclorito de Sódio	NaOCl	Ácidos	Compostos com Cloro
		Aminas Primárias e Secundárias	Formação de alquil hipoclorito instável
		Sais de amônia (sulfato)	Formação de tricloro de nitrogênio explosivo
Ácidos minerais fortes	HCl, H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , HNO <sub>3</sub>	NaOH, KOH, HONH <sub>4</sub>	Neutralização exotérmica
		NaOCl	Compostos clorados
		NaCN, KCN	Cianeto (tóxico)
		NaN <sub>3</sub>	Ácido hidrazóico

Enxofre	$S_8$	<p>Metais alcalinos (<math>K^0</math>, Nã, etc)</p> <p>Metais alcalinos (terras) <math>Ca^0</math>, <math>Mg^0</math></p> <p>Mercúrio</p> <p>Ferro, cobre, zinco</p> <p>Sn</p> <p><math>CrO_3</math></p>	<p>Reação exotérmica</p> <p>Reação exotérmica</p> <p>Reação exotérmica</p> <p>Reação exotérmica</p> <p>Reação exotérmica</p> <p>Combustão espontânea</p>
Ácido sulfúrico	$H_2SO_4$	<p>Água + ácido sulfúrico fumegante</p> <p><math>KMnO_4</math></p> <p><math>KClO_3</math></p> <p>Compostos polimerizáveis (acetonitrila, ciclopentadieno)</p> <p>Compostos nitratados (nitrometano, nitrobenzeno)</p>	<p>Reação violenta</p> <p>Formação de <math>HmnO_4 + Mn_2O_7</math></p> <p>Formação de <math>ClO_2</math></p> <p>Polimerização explosiva</p> <p>Reação exotérmica</p>



## Por que devemos nos preocupar com a segurança nos Laboratórios?

Segundo a **Declaração dos Direitos Humanos** todo homem tem direito à vida e, se temos direito à vida precisamos nos preocupar em preservá-la. Uma forma de preservá-la é preocupar-se com a sua segurança no ambiente de trabalho e, se você trabalha em um laboratório, precisa conhecer os riscos a que é exposto e como melhorar suas condições de segurança.



### Por que os acidentes acontecem?



A variedade de riscos nos laboratórios é muito ampla, devido a presença de substâncias letais, tóxicas, corrosivas, irritantes, inflamáveis, além da utilização de equipamentos que fornecem determinados riscos, como alteração de temperatura, radiações e ainda trabalhos que utilizam agentes biológicos e patogênicos.

As causas para ocorrência de acidentes nos laboratórios são muitas, mas resumidamente são **instruções não adequadas, supervisão insuficiente do executor e ou inapta, uso incorreto de equipamentos ou materiais de características desconhecidas, alterações emocionais exibicionismo**

Os acidentes que advêm dessas causas geralmente são

- ?? ***Intoxicações queimaduras térmicas,***
- ?? ***Químicas,***
- ?? ***Choque elétricos,***
- ?? ***Incêndios,***
- ?? ***Explosões, contaminações por agentes biológicos e***
- ?? ***Interações com radiações.***



### Medidas de Prevenção de Acidentes em Laboratórios

***A chave para o sucesso é a conscientização de todos, faça a sua parte e colabore com nossa segurança.***





## Segurança nos Laboratórios

Os equipamentos de segurança listados abaixo devem estar no alcance de todos os que trabalham nos laboratórios e o funcionário deve certificar-se de que sabe usá-los:

- extintores de incêndio;
- chuveiro de emergência;
- lavador de olhos;
- aventais e luvas contra produtos corrosivos (de PVC);
- protetores faciais: máscara e óculos de segurança;
- luvas e aventais de amianto e PVC;
- máscara contra gases;
- máscara contra pó ( sílica,asbestos,etc).



## Segurança de Ordem Pessoal

- Trabalhe com seriedade evitando brincadeiras. Trabalhe com atenção e calma.
- Planeje sua experiência, procurando conhecer os riscos envolvidos, precauções a serem tomadas e como descartar corretamente os resíduos. Faça apenas as práticas indicadas pelo professor.
- Usar roupas adequadas como calças compridas, sapatos fechados, avental e EPI's O guarda-pó deve ser de manga comprida e abotoado.
- Conservar os cabelos presos.
- Nunca abrir frascos de reagentes antes de ler o rótulo e não testar substâncias químicas pelo odor ou sabor.
- Não dirigir a abertura de tubos de ensaio ou frascos contra si próprio e as outras pessoas.
- Alimentos nas bancadas, armários e geladeiras dos laboratórios;
- Não são permitidos ou mesmo se alimentar dentro do laboratório.
- As lentes de contato sob vapores corrosivos podem causar lesões aos olhos.
- Ao pipetar utiliza sempre uma përa ou pipetador.
- Não se alimentar, beber ou fumar no laboratório.
- Comunicar todos os acidentes ao superior.



## Segurança Referente ao Laboratório

- O laboratório deve estar sempre organizado, não deixe sobre as bancadas materiais estranhos ao trabalho, como bolsa, livro, blusa, etc..
- Rotule imediatamente qualquer reagente ou solução preparados e as amostras coletadas com nome do reagente, nome da pessoa que preparou e data.
- Use pinças e materiais de tamanho adequado e em perfeito estado de conservação.
- Antes de executar uma reação desconhecida faça uma, em menor escala, na capela.
- Limpe imediatamente qualquer derramamento de reagentes( no caso de ácidos e bases fortes, o produto deve ser neutralizado antes de proceder a sua limpeza). Em caso de dúvida sobre a toxidez ou derramado, consulte seu superior antes de efetuar a remoção.
- Ao realizar uma experiência informe a todos do laboratório.



## Uso de Materiais de Vidro



- Coloque todo o material de vidro no local que deverá ser previamente indicado na área do laboratório.
- Não jogue caco de vidro em recipiente de lixo, mas sim em um recipiente preparado para isto. Eles serão encaminhados a reciclagem, através do **Laboratório de Resíduos Químicos – campus de São Carlos**



- Use luvas de amianto sempre que manusear peças de vidro que estejam quentes.
- Não utilize materiais de vidro quando trincados.
- Use luvas de amianto e óculos de segurança sempre que:
  - atravessar e remover tubos de vidro ou termômetros em rolhas de borracha ou cortiça;
  - remover tampas de vidros emperradas
  - remover cacos de vidro ( usar também pá de lixo e escova).
- Coloque frascos quentes sobre placas de amianto.
- não use frascos para amostras sem certificar-se de que são adequados ao serviço executado.
- Não inspecione o estado das bordas do frascos de vidro com as mãos sem fazer uma inspeção visual.
- Tome cuidado ao aquecer recipiente de vidro com chama direta.



## Uso de Chamas



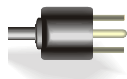
- De preferência, use chama na capela e somente nos laboratórios onde for permitido;
- Ao acender o bico de busen verificar e eliminar os seguintes problemas:
  - \* vazamentos
  - \* dobra no tubo de gás;
  - \* ajuste inadequado entre o tubo de gás e suas conexões;
  - \* existência de inflamáveis ao redor.
- Não acenda maçaricos, bico de busen, etc. , com válvula de gás combustível muito aberta;

- Apague a chama imediatamente após o término do serviço.



## Uso de Capelas

- Nunca inicie um serviço, sem que o sistema de exaustão esteja operando.

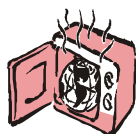


## Uso de Equipamentos Elétricos

-Nunca ligue equipamentos elétricos sem antes verificar a voltagem correta

- só opere equipamentos quando:

- \* fios, tomadas e plugues estiverem em perfeitas condições;
- \* o fio terra estiver ligado;
- não opere equipamentos elétricos sobre superfícies úmidas;
- verifique periodicamente a temperatura do conjunto de plugue-tomada, caso esteja fora do normal, desligue o equipamento e comunique ao responsável pelo seu laboratório;
- não use equipamentos elétricos que não tiverem identificação de voltagem. Solicite a instrumentação que faça a média;
- não confie completamente no controle automático de equipamentos elétricos, inspecione-os quando em operação;
- não deixe equipamentos elétricos ligados no laboratório fora do expediente, sem anotar no livro de avisos;
- remova frascos de inflamáveis das proximidades do local irá usar equipamentos elétricos;
- combata o fogo em equipamentos elétricos somente com extintores de CO<sub>2</sub>;
- enxugue qualquer líquido derramado no chão antes de operar com equipamentos elétricos.



## Uso de Estufas

-não deixe a estufa aquecida ou em operação sem o aviso "estufa quente".  
-desligue a estufa e não coloque em operação se

- \*o termômetro deixar de indicar a temperatura
- \*a temperatura ultrapassar a ajustada.

-não abra a porta da estufa de modo brusco quando a mesa estiver aquecida  
-não tente remover ou introduzir cadinhos na estufa sem utilizar:

- \* pinças adequadas
- \* protetor facial
- \* luvas de amianto
- \* aventais e protetores de braços, se necessário.

-não evapore líquidos, nem queime óleos em estufas;  
-empregue para calcinação somente cadinhos ou cápsulas de materiais resistentes a altas temperaturas



## Descarte de Resíduos Químicos

Devido a constante procura do SESMT (Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e Medicina do Trabalho) do Campus de São Carlos pelos professores do DFQM/ DFQ-IQSC, hoje IQSC (Instituto de Química de São Carlos) criou-se em 1990 a portaria GP-020 através da Prefeitura do Campus Administrativo de São Carlos para apresentação de propostas que levassem a criação de dispositivos de gerenciamento de resíduos perigosos.

De 1992 a 1996, o Programa Especial de Treinamento ( PET- CAPES) sob a tutoria do prof. Dr. Gilberto Goissis- IQSC coordenou um trabalho com a participação de 12 alunos de Química do IQSC, o qual teve como objetivo dar início a procura de soluções para os problemas gerados pelos resíduos de natureza química produzidos pelas atividades de ensino e pesquisa dos laboratórios do IQSC, bem como o levantamento quali e quantitativo gerados por estes.

A avaliação quali e quantitativa nos laboratórios de pesquisa foi realizado com uma amostragem de 1196 litros de resíduos onde verificou que 45% desses resíduos eram recuperável por destilação, 7% após tratamento e destilação, 15% descarte por diluição, 17 % necessitam tratamento mais específico e 15% não descartável.

A partir dos resultados obtidos desse programa e há existência de um Abrigo de Resíduos Químicos adequado no campus, enviou-se a Reitoria o projeto intitulado “**PROGRAMA DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS QUÍMICOS PRODUZIDOS PELOS LABORATÓRIOS DE ENSINO E PESQUISA EM QUÍMICA DO CAMPUS DE SÃO CARLOS**”, com a parceria da DvSHSMT – Hospital Universitário deu origem a construção e montagem do Laboratório de Resíduos Químicos

(LRQ) com uma área de 60m<sup>2</sup> objetivando o tratamento dos resíduos químicos gerados no Campus de São Carlos.

O **Laboratório de Resíduos Químicos (LRQ)** inaugurado em 13/10/1997 e iniciou efetivamente suas atividades práticas em 1998 após adequações internas. Até o presente o **LRQ** recebeu 12 toneladas de resíduos e tratou de 80% desse material, sendo que 40% foi reutilizado.

Atualmente o **LRQ** foi contemplado com o Projeto FAPESP INFRA-V sob a coordenação da Profa. Dra. Maria Olímpia de Oliveira Rezende – IQSC – USP.

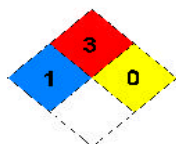


Diagrama de Hommel ou Diamante do Perigo

O Laboratório de Resíduos Químicos implantou no campus de São Carlos o “**PROGRAMA DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS QUÍMICOS**” que possui basicamente as seguintes características.

1. **Rotulagem dos frascos contendo resíduos, rotulagem essa baseada na classificação da NFPA 704M o “Diagrama de Hommel ou Diamante do Perigo” no local de geração do resíduos. Essa rotulagem, é utilizada tanto na classificação dos resíduos provenientes das unidades, como para a identificação do produto após recuperação.**
2. **Acondicionamento dos resíduos em frascos e caixas plásticas para transporte seguro.**
3. **Transporte dos resíduos ao Abrigo realizada pela unidade geradora acompanhada por funcionário do LRQ.**
4. **Disposição adequada dos resíduos no Abrigo Resíduos Químicos levando-se em conta principalmente a incompatibilidade no armazenamento.**
5. **Tratamento por processos físico-químicos, como destilação, decantação, filtração, neutralização, diluição e descarte adequado, após planejamento pelo Laboratório de Resíduos Químicos.**
6. **Análise química para qualificação do produto final.**



## Alguns Produtos Químicos Perigosos

### \* **ÁCIDO NITRICO:**

- pode causar intoxicação por gases nitrosos;
- líquido derramado pode causar fogo ou liberar gases perigosos.

### \* **ÁCIDO PERCLORICO**

- contato com outro material pode causar fogo ou explosão, especialmente quando aquecido;
- armazenar separadamente e evitar contato com agentes desidratantes e outros materiais;
- manter longe de calor;
- em caso de derrame, lavar com muita água e remover os materiais contaminados.

### \* **ÁCIDO SULFURICO:**

- impedir a penetração de água no recipiente devido a reação violenta.

### \* **ÁCIDO SULFURICO E NITRICO ( MISTURA)**

- pode causar intoxicação por gases nitrosos;
- líquido derramado pode causar fogo ou liberar gases perigosos.

### \* **ÁCIDO ACETICO ( 28%, 56%, 70%, 80%, GLACIAL)**

- o ácido acético glacial a 16,7C, formando blocos duros que podem quebrar garrafas quando movimentados;
- armazenar em áreas com temperaturas acima de 16,7C;
- quando congelado descongelar levando o garrafão cuidadosamente para uma área quente;

### \* **ÁCIDO CLORIDRICO ANIDRO**

- gás extremamente irritante;
- líquido e gás sob pressão;
- Nota: refluxo para dentro do cilindro pode causar explosão, em nenhuma circunstância deverá o tubo de alimentação do cilindro ser posto em contato com um líquido ou gás, sem uma válvula a vácuo ou dispositivo de proteção no tubo, para impedir o refluxo.

### \* **ANIDRICO FOSFORICO ( PENTOXIDO DE FOSFORO)**

- impedir a penetração de água no recipiente devido a reação violenta;
- usar proteção ocular ou facial, luvas de borracha e roupas de proteção, ao manusear o produto.

### \* **AMÔNIA, ANIDRO:**

- gás extremamente irritante;
- líquido e gás sob pressão.

### \* **AMÔNIA, SOLUÇÃO AQUOSA:**

- vapor extremamente irritante;
- retirar cuidadosamente a vedação antes de abrir.

### \* **BROMETO DE METILA**

- inalação pode ser fatal ou causar lesão retardada nos pulmões;
- líquido ou vapor causa queimaduras que podem ter efeito retardado;
- líquido e gás sob pressão;
- líquido e vapor extremamente perigoso sob pressão.

### \* **CIANETO DE CALCIO:**

- libera gás venenoso;
- manter o recipiente hermeticamente fechado e afastado de água e ácidos;
- limpar imediatamente o líquido derramado.

### \* **CIANETOS INORGÂNICOS ( EXETO ÁCIDO HIDROCIANICO E CIANETO DE CALCIO)**

- contato com ácido libera gás venenoso;
- armazenar em local seco.

**\* CLORETO DE MÉRCURIO ( DICLORETO DE MÉRCURIO) ;**

- usar roupas limpas diariamente;
- tomar banho quente após o trabalho, utilizado bastante sabão.

**\* CLORO:**

- líquido e gás sob pressão;
- não aquecer os cilindros.

**\* DICROMATO DE AMÔNIA , DE POTASSIO E DE SODIO**

- evitar respirar poeira ou névoa da solução;
- usar roupas limpas diariamente;
- tomar banho após o trabalho, bastante sabão.

**\* ETER ETILICO, ETER BUTILICO ( NORMAL)**

- pode causar lesão nos olhos ( os efeitos podem ser retardados) ;
- pode formar peróxidos explosivos;
- evitar repetida e prolongada do vapor;
- não deixar evaporar até o ponto de secagem, adição de água ou agentes redutores apropriados diminuirão a formação de peróxido;
- evitar contato prolongado ou repetido com a pele.

**\* FENOL :**

- rapidamente absorvido pela pele.

**\* HIDROXIDO DE AMÔNIA:**

- vapor extremamente irritante;
- retirar cuidadosamente a vedação antes de abrir.

**\* HIDROXIDO DE POTASSIO, DE SODIO:**

- na preparação de soluções , adicionar os compostos lentamente, para evitar respingos;
- usar proteção ocular ou facial, luvas de borracha e roupas de proteção, ao manusear o produto;
- lavar a área com jatos de água.

**\* METANO**

- pode ser fatal ou causar cegueira se ingerido;
- impossível de se tornar inócuo.

**\* PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO:**

- causa graves queimaduras;
- os efeitos nos olhos podem ser retardados;
- oxidante poderoso;
- usar proteção ocular; luvas de neoprene, borracha butílica ou senil, sapatos ou botas de neoprene e roupas limpas para proteção externa;
- impedir contaminação oriunda de qualquer fonte, incluindo metais, poeiras e materiais orgânicos, tal contaminação pode causar rápida decomposição, formação de misturas explosivas, ou criação de alta pressão;
- respingos do líquido em roupas ou materiais combustíveis podem causar fogo;
- não colocar nada mais nesse recipiente;
- armazenar o recipiente original em local ventilado.

## **Antídotos para Aplicação, antes do Socorro Médico:**

### **a) SUBSTÂNCIAS ÁCIDAS CORROSIVAS:**

- se ingerido , não provocar vômito;
- dar grandes quantidades de água;
- dar, pelo menos, 30g de leite magnésio ou hidróxido de alumínio gel, com igual quantidade de água

### **b) SUBSTÂNCIAS ALCALINAS CORROSIVAS:**

- não provocar vômito;
- dar grandes quantidades de água;
- dar , pelo menos , 30g de vinagre em igual quantidade de água;
- nunca dar nada via oral a uma pessoa inconsciente.

### **c) CIANETOS E COMPOSTOS SIMILARES:**

- quebrar uma ampola de nitrito de anila num pedaço de pano, mantendo-o logo abaixo do nariz, durante 15 minutos( repetir 5 vezes em intervalos de 15 minutos ) .

### **d) ÁCIDO FLUORIDRICO, ANIDRO E AQUOSO:**

- ter sempre a mão pasta de magnésio ( óxido de magnésio e glicerina) e caso demore o atendimento médico aplique-a;
- lavar imediatamente o local com grandes quantidades de água fria até remover o ácido;
- em caso de contato com os olhos, lavá-los imediatamente com água fria com 15 ou 30 minutos.

**Laboratório de Resíduos Químicos – Campus de São Carlos – SP**

**Fone – 273 9199 ( Leny ou Flávio ) e 273 9198 (Luis Carlos)**

[residuos@sc.usp.br](mailto:residuos@sc.usp.br) ou [lcsilva@sc.us.br](mailto:lcsilva@sc.us.br)