



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Centro Nacional de Pesquisa de Florestas  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

ISSN 1517-526X

Agosto, 2004

## *Documentos 93*

# **Segurança em Laboratórios de Análises Químicas: Estudo de Caso na Embrapa Florestas**

Luiz Fernando Tocchetto  
Patrícia Póvoa de Mattos

Colombo, PR  
2004

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

***Embrapa Florestas***

Estrada da Ribeira, km 111

Caixa Postal 319

Fone: (41) 666-1313

Fax: (41) 666-1276

Home page: <http://www.cnpf.embrapa.br>

E-mail (sac): [sac@cnpf.embrapa.br](mailto:sac@cnpf.embrapa.br)

**Comitê de Publicações da Unidade**

Presidente: Luciano Javier Montoya Vilcahuaman

Secretária-Executiva: Cleide da S. N. Fernandes de Oliveira

Membros: Antônio Carlos de S. Medeiros, Edilson Batista de Oliveira, Erich Gomes Schaitza, Honorino Roque Rodigheri, Jarbas Yukio Shimizu, José Alfredo Sturion, Patricia Póvoa de Mattos, Sérgio Ahrens, Susete do Rocio C. Penteado

Supervisor editorial: Luciano Javier Montoya Vilcahuaman

Normalização bibliográfica: Lidia Woronkoff e Elizabeth Câmara Trevisan

Foto(s) da capa:

Revisão gramatical: Ralph D. M. de Souza

Editoração eletrônica: Cleide da S. N. Fernandes de Oliveira

**1ª edição**

1ª impressão (2004): 500 exemplares

**Todos os direitos reservados.**

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

CIP – Brasil. Catalogação na Publicação  
*Embrapa Florestas*

---

Tocchetto, Luiz Fernando.

Segurança em laboratórios de análises químicas: estudo de caso na Embrapa Florestas / Luiz Fernando Tocchetto, Patrícia Póvoa de Mattos. — Colombo : Embrapa Florestas, 2004.

53 p. – (Embrapa Florestas. Documentos, 93)

Inclui bibliografia

ISSN 1517-526X

1. Laboratório – Análise química – Segurança. I. Mattos, Patrícia Povo de. II. Título. III. Série.

CDD 542.1 (21. ed.)

---

© Embrapa 2001

# Autores

---

**Luiz Fernando Tocchetto**

Engenheiro civil, Bacharel, Técnico de Nível Superior da  
*Embrapa Florestas*.

tochetto@cnpf.embrapa.br

**Patricia Póvoa de Mattos**

Engenheira-Agrônoma, Doutora, Pesquisadora de  
*Embrapa Florestas*.

povoa@cnpf.embrapa.br



# Apresentação

Na Embrapa apesar de haver uma preocupação com a segurança em laboratórios de análise química durante os procedimentos de rotina, não há uma cultura prevencionista de acidentes. Possivelmente isso se deve por serem pequenos os riscos envolvidos nessas atividades. Ainda assim, é importante aprimorar cada vez mais o controle de segurança, buscando reduzir ainda mais a ocorrência de acidentes de trabalho nas nossas Unidades.

Este estudo de caso busca identificar na prática os pontos críticos e soluções de atividades rotineiras de laboratório, estabelecendo como objeto de estudo o laboratório de análises químicas da madeira da *Embrapa Florestas*. É apresentada também a Análise Preliminar de Risco (APR) das diversas etapas dessa atividade.

Esta é mais uma contribuição da Embrapa Florestas para a melhoria das condições de segurança do trabalho dentro do sistema Embrapa.

*Moacir José Sales Medrado*  
Chefe Geral  
*Embrapa Florestas*



# Sumário

<b>Resumo</b> .....	<b>9</b>
<b>1. Introdução</b> .....	<b>10</b>
<b>2. Revisão de Literatura</b> .....	<b>11</b>
2.1 Acidentes mais comuns em laboratórios .....	12
2.2 Normas de Segurança em Laboratórios .....	14
2.3 Princípios das Boas Práticas de Laboratório .....	15
2.4 Fichas de Informação de Segurança de Produtos Químicos (FISPQ) .....	16
2.5 Inventário de Substâncias Químicas nos Laboratórios. ....	18
2.6 Incompatibilidades entre os Reagentes Químicos .....	18
2.7 Vias de Ingresso dos Agentes Químicos no Organismo Humano .....	21
2.8 Primeiros Socorros .....	22
<b>3. Material e Métodos</b> .....	<b>22</b>
3.1 Descrição do Laboratório .....	23
3.2 Riscos nos Procedimentos de Análises Químicas da Madeira	26
<b>4. Resultados e Discussão</b> .....	<b>27</b>
4.1 Medições Ambientais Existentes .....	27

4.2	Identificação dos Riscos Existentes .....	28
4.3	Identificação das Dificuldades .....	28
4.4	EPIs e EPCs no Processo de Análise Química da Madeira	29
4.5	Procedimento de Segurança no Laboratório .....	31
4.6	Identificação dos Pontos Críticos .....	31
4.7	Análise Preliminar de Riscos (APR). .....	33
<b>5.</b>	<b>Conclusões e Recomendações .....</b>	<b>41</b>
<b>Anexo 1</b>	<b>.....</b>	<b>45</b>
<b>Anexo 2</b>	<b>.....</b>	<b>46</b>
<b>Reagentes Químicos</b>	<b>Prevenção e Controle .....</b>	<b>46</b>
<b>Referências Bibliográficas</b>	<b>.....</b>	<b>50</b>

# Segurança em Laboratórios de Análises Químicas: Estudo de caso na *Embrapa Florestas*

---

*Luiz Fernando Tocchetto*

*Patrícia Póvoa de Mattos*

## Resumo

A prevenção de acidentes nas instalações laboratoriais de pesquisa depende de iniciativas das pessoas que executam as atividades práticas, como também daquelas que exercem diferentes níveis gerenciais na organização. Em geral, as atividades desenvolvidas em laboratórios envolvem riscos e demandam muita atenção dos técnicos, precisão e cuidados especiais. Verifica-se a importância de uma atuação cuidadosa e planejada no trato com reagentes químicos, onde é importante saber com o que exatamente se está trabalhando e quais providências imediatas devem ser tomadas em caso de acidentes, para minimizar os efeitos danosos. O objetivo deste trabalho é identificar os riscos envolvidos em cada etapa do processo de análise química da madeira e propor soluções para evitá-los. A análise foi acompanhada desde a preparação da amostra até o resultado final, identificando-se as falhas de segurança durante todos os processos laboratoriais. Verificou-se que as medidas de segurança no laboratório não são adequadas em todas as etapas dos procedimentos. Os EPI são utilizados corretamente em alguns casos, em outros não. É necessário promover treinamento para métodos de segurança e de boas práticas de laboratório, bem como instalar alguns equipamentos de proteção coletiva (EPC) e adequar o layout do laboratório.

Palavras-chave: Engenharia de Segurança; riscos; acidentes; EPI.

# 1. INTRODUÇÃO

A indústria química tornou-se foco da atenção da sociedade desde quando uma série de eventos matou centenas de pessoas por vazamento e explosões de produtos químicos altamente tóxicos, no final do século passado. Em 1974 na cidade de Flixborough, na Inglaterra, ocorreu um vazamento de cicloexano seguido de explosão, morrendo 28 pessoas. Em 1976, em Seveso, Itália, houve um acidente químico que atingiu 1.786 hectares e afetou 37.234 pessoas. Em 1984, acidente com a Union Carbide, em Bophal, na Índia, considerado o mais trágico da história, resultou na morte de 2.500 pessoas. Além dessas tragédias, anualmente milhares de pessoas sofrem acidentes de maior ou menor gravidade em virtude de incidentes em laboratórios (Duplo efeito, 2001, p. 28-33).

Hoje são bem conhecidos e cada vez mais pesquisados os efeitos resultantes da exposição prolongada a pequenas doses de produtos químicos, que durante muito tempo foram consideradas inócuas. A toxicologia evoluiu da preocupação centrada no efeito agudo para valorizar os efeitos subagudos e crônicos e, mais recentemente, voltar-se para o uso seguro dos produtos químicos adotando uma postura essencialmente preventiva.

Em geral, as atividades desenvolvidas em laboratórios envolvem riscos e demandam muita atenção dos técnicos, precisão e cuidados especiais. Um levantamento da causas dos diversos acidentes em laboratórios mostrou que 95% deles ocorreram por imperícia dos técnicos e 5% por problemas de manutenção de vidrarias e equipamentos (Ferreira et al., 1995).

Segundo Ferreira et al. (1995), nos laboratórios de análises físico-químicas e microbiologia de uma indústria de alimentos de grande porte, queimaduras ocorreram em maior porcentagem (50%), seguindo-se ferimentos por corte (30%) e pequenos incêndios em bancadas (10%). Os acidentes restantes foram classificados como "outros", incluindo-se neles acidentes no moedor de amostras, irritação nos olhos e irritação na pele por respingos de reagentes. Verificou-se que o maior número de acidentes por queimaduras e cortes ocorreu nos laboratórios de análises físico-químicas.

A segurança nas instalações laboratoriais de pesquisa depende de mudanças que podem ser de execução simples e de baixo custo, mas também pode apresentar-se como um problema de difícil solução e alto custo.

Verifica-se um agravamento do problema de segurança nos laboratórios de análises químicas em função do aumento do número de análises requisitadas. Geralmente este crescimento de acidentes está associado à maior utilização de reagentes com diferentes graus de toxicidade, com o aumento na geração de resíduos que, freqüentemente, são mais perigosos que o produto original.

O gerenciamento seguro e correto de produtos químicos depende de alguns fatores fundamentais, entre os quais pode-se destacar (Segurança nas universidades, 2000):

- envolvimento consciente e responsável de todos aqueles que de alguma forma tenham acesso ao laboratório;
- investimento, apoio e incentivo da direção da instituição;
- busca constante de novos conhecimentos e técnicas de gerenciamento adequado;
- divulgação reiterada dos problemas, dos riscos e das soluções adotadas em relação aos materiais classificados como perigosos;
- ter sempre um responsável e um suplente para o gerenciamento do laboratório.

Portanto, verifica-se a importância de uma atuação cuidadosa e planejada na manipulação de reagentes químicos, sendo importante saber com o que exatamente se está trabalhando e quais providências imediatas devem ser tomadas em caso de acidente, para minimizar os efeitos danosos. Ressalta-se a importância do treinamento do corpo técnico dos laboratórios, para conhecer conceitos sobre boas práticas de laboratórios e de comportamento pessoal. O objetivo desse trabalho é identificar e propor soluções para minimizar os riscos envolvidos no processo de análise química da madeira.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

Apesar de a relação entre o trabalho e os agravos à saúde ser descrita desde o ano de 1700, na obra clássica de Ramazzini, foi somente em 1884, na Alemanha, que se editou a primeira lei de acidentes do trabalho de que se tem notícia. Na Europa, de 1900 a 1915 deu-se a criação dos Conselhos Nacionais

de Segurança. Em 1919, pelo tratado de Versalhes, foi criada a Organização Internacional do Trabalho (OIT), com sede em Genebra (Lacerda, 2000).

No Brasil, apesar de algumas tentativas de se criar uma legislação especial para os infortúnios do trabalho desde 1904, apenas em 1919 foi editada a primeira lei de acidente do trabalho. Em 1966 foi promulgada a lei 5.161, criando a Fundação Centro Nacional de Segurança, Higiene e Medicina do Trabalho – FUNDACENTRO, posteriormente denominada Fundação Jorge Duprat Figueiredo, de Segurança, Higiene e Medicina do Trabalho (Lacerda, 2000). A profissão de Engenharia e Segurança do Trabalho foi recentemente regulamentada por lei no Brasil (Legislação pertinente, 2002).

## 2.1 Acidentes mais comuns em laboratórios

Em geral, as atividades desenvolvidas em laboratórios envolvem riscos e demandam muita atenção, precisão e cuidados especiais dos técnicos. Nenhum deles está isento de acidentes, mas o conhecimento e uso das boas práticas laboratoriais e normas de segurança, minimizam os riscos.

Segundo Ferreira et al. (1995), em treze laboratórios de análise físico-químicas e microbiológicas de uma grande indústria de alimentos ocorreram 39 acidentes em seis anos. No entanto, não houve mortes ou perda de capacidade dos indivíduos envolvidos. Os acidentes foram mais comuns nos laboratórios de análises físico-químicas (80%), devido à maior utilização de substâncias potencialmente perigosas e de vidrarias de diversos tipos.

Ainda de acordo com Ferreira et al. (1995), as queimaduras ocorreram em maior porcentagem (50%), seguidas de ferimentos por corte (30%), pequenos incêndios em bancadas (10%) e “outros” acidentes (10%) incluindo nestes acidentes no moedor de amostras, irritação nos olhos e na pele por respingos de reagentes. Um levantamento das causas dos acidentes mostrou que 95% deles ocorreram por imperícia dos técnicos e 5% por problemas de manutenção de vidrarias e equipamentos. Ressalta-se, portanto, a importância do treinamento para o pessoal técnico que trabalha nos laboratórios para internalizar conceitos sobre boas práticas de laboratório e comportamento pessoal.

No município de Curitiba, entre 1993 e 2000 foram registrados 52 casos em

Comunicações de Acidentes de Trabalho (CAT), ocorridos em estabelecimentos científicos e centros de pesquisa e análises clínicas (TABELA 1). Desses, 16 (31%) ocorreram em laboratórios de pesquisa e 36 (69%) em laboratórios de análises clínicas (Curitiba, Prefeitura municipal, 2002).

Na Embrapa Florestas, de 1998 a maio de 2002 ocorreram 5 acidentes nos laboratórios, sendo 3 com estagiários e/ou bolsistas. Esses dados foram extraídos dos registros das CAT e relatórios de investigação de acidentes emitidos pela CIPA.

Os acidentes registrados foram:

- dois com queimaduras, um por ácido sulfúrico em 1998 e outro por meio de cultura quente em 2001, ambos envolvendo estagiários;
- um com lesão no nariz pelo impacto em uma prateleira no laboratório, em 2002, envolvendo técnico;
- ainda em 2002, um por lesão muscular, devido ao levantamento de excesso de peso, e mais um com corte nos dedos provocado pelo uso de equipamento inadequado para o serviço, ocorridos com empregados.

**Tabela 1.** Causas dos acidentes ocorridos em estabelecimentos científicos, centros de pesquisa e de análise clínica de Curitiba, PR – 1993-2000.

CAUSAS DAS LESÕES	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	Total
Não especificado	0	0	0	0	3	0	0	0	3
Esforço de repetição	2	0	0	0	0	0	0	0	2
Faca, alfanje, ferro de corte, tesoura.	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Impacto de objetos sobre o corpo	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Instrumentos médicos hospitalares	1	1	1	0	1	0	0	0	4
Manipulação de equipamentos, materiais.	3	2	1	1	4	7	5	4	27
Produtos químicos	0	0	0	1	0	1	0	0	2
Queda de diferentes níveis, escada.	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Queda por perda de equilíbrio, impacto.	0	1	0	1	0	1	0	1	4
Solventes desconhecidos	0	0	0	0	4	0	0	0	4
Transporte	0	3	0	0	0	0	0	0	3
Total	10	3	2	3	13	9	6	6	52

FONTE: Prefeitura Municipal, Secretaria Municipal de Saúde, Serviço de Saúde do Trabalhador.

NOTA: Base de dados, 2002.

## 2.2 Normas de Segurança em Laboratórios

É importante a existência de normas ou manuais de segurança específicos no laboratório. Todos os procedimentos devem ser descritos, de fácil interpretação e acesso a todos. Igualmente, devem ser descritas as técnicas de manuseio correto de vidrarias e aparelhagens e cuidados especiais com reagentes. Isso é informado na Norma Regulamentadora (NR15), nas explicações sobre como usar corretamente os equipamentos de proteção individual (NR6) e nos primeiros socorros (Brasil, 2002).

É importante estar disponível uma breve descrição da sistemática de análise e o processo de controle de acesso e uso das áreas de ensaios. Nesses procedimentos deve-se informar os casos de excepcionalidade de acesso de clientes, os dispositivos de engenharia de segurança existentes nas instalações do laboratório, bem como o programa de treinamento do pessoal para abandono do local em caso de emergência. Além disso, todo o pessoal de laboratório deve passar por treinamento de segurança antes de iniciar na função, e periodicamente deve haver uma reciclagem programada.

As normas de segurança devem observar:

- Recomendações e técnicas de trabalho:
  - Recomendação de ordem pessoal: vestiário, higiene, alimentação e o descarte de resíduos;
  - Recomendação de organização: trabalho e almoxarifado.
- Recomendações de segurança em geral:
  - Responsabilidade e conscientização;
  - Coleta de amostras e procedimentos analíticos.
- Técnicas de trabalho: materiais de vidro, equipamentos elétricos, fontes de calor, trabalho com sistemas de vácuo, trabalhos em capelas, manipulação de produtos inflamáveis/tóxicos/corrosivos, nitrogênio líquido, cilindro de gás, trabalho com rolha de borracha ou cortiça.

- Primeiros socorros em caso de queimaduras, ferimentos, congelamento, envenenamento, fraturas ósseas e luxações e acidentes com corrente elétrica.
- Regras básicas para combate a incêndio em laboratórios.
- Equipamentos de proteção individual para olhos, face, cabeça, respiração, mãos, pés, corpo, calor e fogo.
- Guia de toxidez dos produtos químicos (Silva et al., 1993).

## 2.3 Princípios das Boas Práticas de Laboratório

Outra ferramenta importante a ser considerada para a segurança nos laboratórios, é o princípio das boas práticas de laboratório (BPL) (Princípios..., 2001).

As discussões sobre os princípios de BPL tiveram início em 1976, sendo concluídas em 1997. Em 1998, a versão de BPL foi padronizada pelo CONMETRO (Princípios..., 2001). Os princípios das boas práticas para laboratórios são aplicáveis a estudos relacionados à saúde humana, vegetal, animal e ao meio ambiente, nos casos previstos nas respectivas normas.

Essas normas dizem respeito à organização e às condições sob as quais estudos em laboratórios e/ou campo são planejados, realizados, monitorados, registrados e relatados. Elas fixam os padrões mínimos para um laboratório funcionar adequadamente.

A certificação por instituições reconhecidas pela comunidade nacional e internacional é um procedimento que possibilita, às empresas, o aumento da competitividade e a manutenção de uma clientela diversificada, pela qualidade de seus produtos e serviços. Por exemplo, o INMETRO, órgão certificador nacional (acreditado) e o ILAC – International Laboratory Accreditation Conference.

A implantação de BPL pressupõe:

- Total satisfação do cliente.
- Desenvolvimento de recursos humanos.
- Constância de propósitos.
- Gerência participativa.
- Aperfeiçoamento contínuo.
- Garantia de qualidade. Neste item estão inseridas as condições ambientais, instalações, segurança e meio ambiente.
- Delegação.
- Gerência de processos.
- Disseminação de informações.
- Não aceitação de erros.

## 2.4 Fichas de Informação de Segurança de Produtos Químicos (FISPOQ)

A Norma Brasileira n.º 14.725 estabelece critérios para a elaboração de ficha de informação de segurança de produto químico (FISPOQ) e tem como objetivo fornecer informações referentes à proteção, à segurança, à saúde e ao meio ambiente sobre o produto em referência. A aplicação dessa norma permite que as pessoas que tenham contato com produtos químicos recebam as informações necessárias sobre o seu uso e risco. Para atingir tal finalidade as fichas fornecem recomendações sobre medidas de proteção e o que deve ser feito em uma situação de emergência, informando ações preventivas a serem realizadas para evitar que ocorra algum incidente/acidente, e informando também os dados básicos sobre os produtos químicos (toxicidade, propriedades físico-químicas, reatividade, e outros).

Muitas empresas nacionais que utilizam produtos químicos nos seus processos produtivos, não têm preocupação em disponibilizar essas fichas de segurança para que seus trabalhadores possam vir a utilizá-las de uma maneira preventiva. Frequentemente as empresas não percebem que as ações

preventivas relacionadas com os incidentes/acidentes de trabalho costumam menos que o ônus causado por uma ocorrência corretiva emergencial, ou ainda por um processo por responsabilidade civil e até criminal, devido a um acidente ou doença ocupacional. Sabe-se também da grande importância desse procedimento em nosso país, onde os índices situam-se entre os mais elevados do mundo (Braidotti Junior e Arcuri, 2001).

Alguns reagentes químicos são mais tóxicos que outros. O técnico envolvido na atividade laboratorial tem obrigação de conhecer essas características e tomar os devidos cuidados e informar aos seus colegas dos riscos a que estão sujeitos, em caso de manipulação desses produtos de forma inadequada. Os limites de tolerância de alguns reagentes químicos utilizados em laboratórios de análise química da madeira e o grau de insalubridade em caso de caracterização estão listados na Tabela 2.

**Tabela 2** - Limites de Tolerância e Insalubridade dos Produtos Químicos Utilizados em Laboratórios de Análise Química

AGENTES QUÍMICOS	Valor teto <sup>(1)</sup>	Absorção pela pele	Exposição - concentração aceitável <sup>(2)</sup>		Grau de insalubridade <sup>(3)</sup>
			ppm	mg/m <sup>3</sup>	
Ácido Acético Glacial	*15ppm		8	20	Médio
Ácido fosfórico	*3mg/m <sup>3</sup>		NE	*1	NE
Ácido sulfúrico	*3mg/m <sup>3</sup>		NE	*1	NE
Ácido nítrico	*4ppm		*2	NE	NE
Éter etílico	*500ppm		310	940	Médio
Etanol (álcool etílico)	Não há		780	1480	Mínimo
Anilina PA	Não há	+	4	15	Máximo
Tolueno (metil benzeno)	Não há	+	78	290	Médio
Xileno (xilol)	Não há		78	340	Médio
Diclorometano	Não há		156	560	Máximo

Fonte: Brasil. Lei n. 6.514, São Paulo, Atlas, 2002.

Nota: (\*) Valores definidos pela American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH). (+) Agentes químicos que podem ser absorvidos, por via cutânea exigindo o uso de luvas adequadas e EPI de proteção para outras partes do corpo.

ppm – partes de vapor ou gás por milhão de partes de ar contaminado.

mg/m<sup>3</sup> – miligramas por metro cúbico de ar.

<sup>(1)</sup> – Valor máximo de concentração do reagente permitida no ambiente, não podendo ser ultrapassado.

<sup>(2)</sup> – Concentração máxima aceitável no período de 48 horas/semana.

<sup>(3)</sup> – Potencial de risco por uso inadequado.

NE – Valor não especificado

## 2.5 Inventário de Substâncias Químicas nos Laboratórios.

Parte da dificuldade para se desenvolver um efetivo programa de segurança de laboratório está diretamente relacionado com a natureza dos laboratórios. Atividades de pesquisa não normalizadas são muito frequentes e mudam com facilidade. A necessidade constante de mudanças nos processos, em períodos relativamente curtos, tende a acumular um variado inventário de substâncias químicas armazenadas nos laboratórios.

Os processos e materiais em uso podem apresentar problemas não identificados. Os materiais de pesquisa podem ser sintetizados para uma determinada utilização, mas podem ser usados para outras finalidades. Os solventes inflamáveis são provavelmente a classe mais comum das substâncias químicas em uso nos laboratórios com grandes possibilidades de combustão.

Num laboratório de pesquisa padrão foi realizado recentemente o inventário de produtos químicos onde foram identificadas 1.041 substâncias depositadas nas prateleiras, e dessas somente uma estava em uso. Muitas dessas substâncias provavelmente nunca mais serão utilizadas (Furr, 1995).

## 2.6 Incompatibilidades entre os Reagentes Químicos

Alguns reagentes, devido às suas propriedades químicas, podem reagir entre si violentamente. Steere (1971) relatou um caso de reação violenta do sódio metálico com a água, semelhante ao que acontece quando se adiciona água sobre ácidos. Portanto, os reagentes químicos devem ser armazenados separadamente, evitando-se assim acidentes previsíveis (Merck, 1985).

A Tabela 3 informa sobre as incompatibilidades entre reagentes de uso freqüente nos laboratórios de análises químicas.

**Tabela 3** – Incompatibilidade entre Reagentes Químicos

REAGENTES	INCOMPATIBILIDADE
amoníaco, gás de laboratório.	mercúrio, cloro, hipoclorito de cálcio, iodo, bromo, floceto de hidrogênio.
amônio, nitrato de	ácidos, metais em pó, líquidos combustíveis, enxofre, substâncias orgânicas.
anilina	ácido nítrico, peróxido de hidrogênio.
bromo	amoníaco, acetileno, butadieno, butano, metano, propano, hidrogênio, benzina de petróleo, benzeno e metais em pó.
carbono ativo	hipoclorito de cálcio e oxidantes.
cianetos	ácidos.
cloro	amoníaco, acetileno, butadieno, butano, metano, propano, hidrogênio, benzina de petróleo, benzeno e metais em pó.
clorados	sais de amônio, ácidos, metais em pó, enxofre e substâncias orgânicas.
cobre	acetileno, peróxido de hidrogênio.
cromo (IV), óxido de	ácido acético, naftaleno, glicerina, benzina de petróleo, álcoois, líquidos combustíveis.
ccmol, hidroperóxido de	ácidos orgânicos e inorgânicos.
fósforo	enxofre, compostos que contenham oxigênio (ex. clorados).
flúor	armazenar separadamente
hidrocarbonetos	butano, flúor, cloro, bromo, óxido de cromo (IV), peróxido de sódio, propano, benzeno.
hidrogênio, floceto de	amoníaco, gás de laboratório em solução.
hidrogênio, peróxido de	cobre, cromo, ferro, metais, álcoois, acetona, substâncias orgânicas, anilina, nitrometano, substâncias combustíveis (sólidos e líquidos).
hidrogênio, sulfeto de	ácido nítrico fumeante, gases oxidantes.

continua ...

Tabela 3. (continuação)

REAGENTES	INCOMPATIBILIDADE
líquidos inflamáveis	nitrito de amônio, óxido de cromo (IV), peróxido de hidrogênio, ácido nítrico, peróxido de sódio, halogênios.
mercúrio	acetileno, amoníaco.
metais alcalinos	água, tetracloreto de carbono, e outros alcanos halogenados, dióxido de carbono, halogênios.
prata	acetileno, ácido oxálico, ácido tartárico, compostos de amônio.
potássio	água, tetracloreto de carbono, e outros alcanos halogenados, dióxido de carbono, halogênios.
potássio, clorato de	sais de amônio, ácidos, metais em pó, enxofre, substâncias orgânicas.
potássio, perclorato de	sais de amônio, ácidos, metais em pó, enxofre, substâncias orgânicas.
potássio, permanganato de	glicerina, etilenoglicol, benzaldeído, ácido sulfúrico.
sódio	água, tetracloreto de carbono, e outros alcanos halogenados, dióxido de carbono, halogênios.
sódio, peróxido de	metanol, etanol, ácido acético, anidrido acético, benzaldeído, glicerina, etilenoglicol, acetato de etila, acetato de metila, furfurool.
iodo	acetileno, amoníaco (gás de laboratório em solução).

Fonte: Merck. Merck também é segurança: produtos químicos incompatíveis. 1985. Publicidade técnica.

## 2.7 Vias de Ingresso dos Agentes Químicos no Organismo Humano

Os diversos agentes químicos que podem poluir um local de trabalho e entrar em contato com o organismo dos trabalhadores apresentam uma ação localizada ou são distribuídos nos diferentes órgãos e tecidos. As vias de ingresso destas substâncias no organismo são:

**Inalação:** Constitui a principal via de ingresso de tóxicos, já que os alvéolos pulmonares representam, no homem adulto, uma superfície entre 80 a 90m<sup>2</sup>. Essa grande superfície facilita a absorção de gases e vapores, os quais passam para o sangue que as distribui às outras regiões do organismo. Alguns sólidos e líquidos ficam retidos nesses tecidos, podendo produzir uma ação localizada, ou dissolvem-se para ser distribuídos através do aparelho circulatório.

Considerando-se que o consumo de ar de uma pessoa adulta é de 10 a 20 kg diários, dependendo do esforço físico realizado, pode-se concluir que mais de 90% das intoxicações generalizadas têm essa origem (Soto et al., 1985).

**Absorção cutânea:** Quando uma substância de uso industrial entra em contato com a pele podem acontecer as seguintes situações:

- a pele e a gordura, geralmente, atuam como uma barreira protetora efetiva;
- agir na superfície da pele, provocando uma irritação primária;
- combinar-se com as proteínas da pele e provocar uma sensibilização;
- penetrar através da pele, atingir o sangue e atuar como um tóxico generalizado. Assim, por exemplo, o ácido cianídrico, mercúrio, chumbo tetraetila (usado na gasolina como antidetonante), alguns defensivos agrícolas, dentre outros, são substâncias que podem ingressar através da pele, produzindo uma ação generalizada.

Apesar dessas considerações, normalmente a pele é uma barreira eficiente para os diferentes tóxicos, sendo poucas as substâncias que conseguem ser absorvidas em quantidades perigosas. Por essas razões, as medidas de prevenção de doenças, nesses casos, devem incluir a proteção da superfície do corpo (Soto et al., 1985).

**Ingestão:** representa apenas uma via secundária de ingresso de tóxicos no organismo, já que nenhum trabalhador ingere, conscientemente, produtos tóxicos. Isso pode acontecer de forma acidental ao engolir partículas que podem ficar retidas na parte superior do trato respiratório ou ao inalar substâncias em forma de pós ou fumos (Soto et al., 1985).

## 2.8 Primeiros Socorros

Os diferentes tipos de acidentes como queimaduras, cortes, intoxicações, envenenamento, entre outros, ocorrem em laboratórios quando não se conhecem ou não se seguem as regras existentes. Os primeiros socorros à vítima são dados no local, mas dependendo da gravidade do acidente deve-se encaminhar o acidentado para atendimento médico imediato (Baccan e Barata, 1982).

Apesar da desobrigação das empresas de dar treinamento de primeiros socorros aos membros da CIPA, é conveniente que pelo menos exista uma pessoa capacitada na empresa, que em caso de acidentes saiba fazer a *manutenção da vida* até que o acidentado receba atendimento especializado.

## 3. MATERIAL E MÉTODOS

A Embrapa, apesar de não ter uma cultura prevencionista, inseriu em suas normas internas procedimentos normativos de segurança. Em 1978, quando foi aprovada a primeira Norma Regulamentadora (NR) pelo Ministério do Trabalho, ela foi inserida nos procedimentos básicos de segurança e, ao longo destes anos, implementaram-se vários sistemas de prevenção como certificação de qualidade em alguns laboratórios, treinamento em boas práticas laboratoriais e a melhoria de processos de administração de laboratórios.

Um fato que pode ter contribuído para a não fixação de uma cultura prevencionista é o baixo grau de risco na qual se enquadra a Embrapa. Segundo a classificação nacional de atividades econômicas – CNAE, o grau de risco para esta atividade (código n.º 73.10-5, Pesquisa e desenvolvimento das ciências físicas e naturais) é dois, o que corresponde na prática a um risco igual ao de escritórios comerciais onde as exigências de segurança são mínimas (Brasil, 2002).

Mesmo sendo grau de risco dois a Embrapa se preocupou em montar seus laboratórios com *layouts*<sup>1</sup> avançados para a época. O início da construção das unidades de pesquisa ocorreu a partir de 1973, cinco anos antes da aprovação da Lei nº 6.514 de 22 de dezembro de 1977 e das normas regulamentadoras aprovadas pela Portaria nº 3.214 de 08 de junho de 1978.

A *Embrapa Florestas* possui dez laboratórios de pesquisa. O objeto da nossa avaliação é o LABORATÓRIO DE QUALIDADE DA MADEIRA, que, juntamente com outros laboratórios, localiza-se no local denominado “prédio de pesquisadores/laboratórios”, construção em alvenaria estruturada, concluída em fins de 1989. ANEXO 1 – Planta baixa.

### 3.1 Descrição do Laboratório

A área construída do laboratório é de 164,4m<sup>2</sup>, distribuída em: Xiloteca – 15,5 m<sup>2</sup>; Sala de preparo de amostras – 24,5 m<sup>2</sup>, Laboratório de análise química da madeira – 32,4 m<sup>2</sup>; Sala de microscopia – 19,5 m<sup>2</sup>; Sala de muflas e estufas – 18,7 m<sup>2</sup>; Sala de raio X – 14,3 m<sup>2</sup>; Laboratório de energia – 16,5m<sup>2</sup>, e salas de pesquisadores – 23,0 m<sup>2</sup>.

#### *Mobiliário:*

- balcões: construídos em compensado naval revestido com laminado melamínico tipo HD, material resistente ao ataque de ácidos e água. Internamente estruturados com madeira natural pintada com verniz poliuretano incolor. Os balcões são modulados, possuindo gavetas e prateleiras de acordo com o *layout*, e tampo de fechamento com largura de 72cm, podendo ser em aço inox 304, nas pias e laminado melamínico nas demais situações. A planta baixa do laboratório é coerente com os trabalhos desenvolvidos ali;
- armários: construídos com o mesmo material dos balcões, possuem frente com duas portas envidraçadas para vidrarias e segas para reagentes;
- revestimentos: as paredes e laje de forro são revestidas com reboco forte e acabamento de fundo com massa plástica e pintura acrílica

---

<sup>1</sup> layout: arranjo físico do mobiliário e equipamentos em um ambiente.

lavável, na cor areia, exceto no laboratório de análise química da madeira e salas de preparo de amostras e raio X, onde o revestimento é em pastilhas cerâmicas vitrificadas;

- esquadrias: janelas amplas em alumínio, com folhas de correr, permitindo boa iluminação natural e ventilação. Portas de madeira natural pintadas com verniz poliuretano incolor;
- pavimentação: o piso do laboratório de madeira e de preparo de amostras é em pastilhas cerâmicas vitrificadas e nas demais salas em lâmina vinílica semiflexível, composta por resinas de PVC, plastificantes, cargas minerais e pigmentos coladas com cola a base de asfalto na cor clara rajada, de fácil limpeza;
- instalações elétricas: em bom estado e adequada para atender a carga instalada, possibilitando ampliações sem custos elevados;
- instalações especiais: aquecimento central de água, chuveiro de emergência e pia com tampo em aço inox. Sistema de prevenção contra incêndio fixo composto de hidrantes duplos instalados no prédio, em caixas de parede com duas mangueiras de 20 metros cada com diâmetro de 38mm e esguichos com diâmetro de 19mm. Nas dependências do laboratório estão instaladas duas unidades extintoras, sendo uma unidade de pó químico - 4 kg, e uma unidade de CO<sub>2</sub> - 6 kg.

### ***Produtos químicos utilizados (reagentes)***

Os produtos químicos utilizados frequentemente no laboratório de qualidade da madeira são: ácido acético glacial, ácido fosfórico, ácido sulfúrico, ácido nítrico, éter etílico, etanol, anilina, tolueno, xileno, e diclorometano. Os efeitos provocados por cada um desses produtos químicos no ambiente e no ser humano estão detalhados no ANEXO 2.

### ***Armazenagem***

A armazenagem desses produtos químicos é feita em um único armário e algumas vezes sobre a bancada de trabalho, ou no armário sob a capela. Existe no armário grande quantidade de produtos químicos que não são mais utilizados no laboratório. Alguns estão com a validade vencida e outros apresentam danos nas embalagens.

## ***Equipamentos instalados***

O laboratório de qualidade da madeira dispõe dos seguintes equipamentos:

- 1 capela de exaustão;
- 2 moinhos;
- 1 calorímetro;
- 2 mantas (grelhas digestoras);
- 1 micrótomo;
- 1 mesa digitalizadora;
- 2 microscópios;
- 1 computador;
- 2 estufas;
- 1 raio X, modelo UNIMAX 2B;
- 1 afiador de navalha;
- 1 paquímetro;
- 1 banho-maria;
- 1 deionizador;
- 1 geladeira e,
- 1 iluminador de fibra ótica.

## ***Resíduos***

Durante a realização das análises de rotina geram-se resíduos sólidos, líquidos e gasosos.

### ***Resíduos sólidos:***

Papel filtro, luvas de procedimentos, serragem processada, jogado na lixeira lignina e papel toalha. Este material é jogado embalado em saco plástico, e descartado. A coleta desse lixo é feita pelo serviço público municipal de Colombo.

### *Resíduos líquidos:*

Diclorometano e solução de tolueno/álcool. Após a terceira utilização, os resíduos desses reagentes são levados para um depósito provisório e posteriormente encaminhados para eliminação adequada, por serviço terceirizado. As soluções de  $H_2SO_4$  a 3% são diluídas a 0,6% no processo de lavagem das amostras e o resíduo é jogado na pia de despejo, indo diretamente para o sistema de esgoto da *Embrapa Florestas*. O mesmo destino é dado à água de lavagem da vidraria utilizada no processo.

### *Resíduos gasosos:*

Os fumos tóxicos resultantes do aquecimento de soluções de ácido sulfúrico (72%) e outros gases resultantes de produtos químicos voláteis são lançados diretamente no ambiente do laboratório de análises químicas da madeira, sem avaliação ou controle de sua concentração e sem o uso de equipamento de proteção coletiva (EPC).

## **3.2 Riscos nos Procedimentos de Análise Química da Madeira**

Trabalhou-se em análises de rotina com a madeira de *Pinus maximinoi*, realizadas por técnico treinado e responsável pela execução das análises químicas do laboratório, há mais de cinco anos.

Adotou-se, para a investigação de riscos nos trabalhos do laboratório, a apostila compilada por Lavoranti (1986), sobre o preparo de amostras e os procedimentos de análise química da madeira. Em cada etapa acompanhou-se o desenvolvimento do processo, observando-se e anotando-se seus pontos críticos e o uso de EPIs e EPCs.

Dessa forma foram identificados os riscos e as possíveis causas. Esses riscos foram descritos e classificados, sugerindo-se medidas corretivas para cada caso de não conformidade.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados apresentados são apenas aqueles obtidos na análise dos procedimentos adotados na análise química da madeira pelo Laboratório de Qualidade da Madeira da *Embrapa Florestas*.

### 4.1 Medições Ambientais Existentes

Existe na *Embrapa* a preocupação com a segurança nos procedimentos que envolvem produtos químicos, na utilização de equipamentos e instalações. No entanto, pouco foi feito para que esta preocupação se transforme efetivamente em procedimentos de segurança.

Atualmente o controle ambiental é feito com base em um laudo de insalubridade e periculosidade realizado em maio de 2001, quando somente foram feitas medições de riscos com ruídos, iluminação, temperatura do ambiente e umidade. Os ambientes são reavaliados a cada dois anos pelo Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho (SESMT). Ele é centralizado na sede da Empresa, em Brasília, por ainda não existir na *Embrapa Florestas* pessoal habilitado em segurança do trabalho. Os valores das medições ambientais de 2001 constam da Tabela 4.

**Tabela 4** - Medições Ambientais do Laboratório de Qualidade da Madeira

Local	Ruído		Temperatura		Iluminação		Umidade	
	Valor medido	LT[dB(A)]	Valor Medido	LT (°C)	Valor medido	LT (lux)	Valor medido	LT (%)
Xiloteca	59	≤ 85	23,1	20 a 23	743	≥ 300	72	> 40
Mufas e estufas	75	≤ 85	23,6	20 a 23	208	≥ 300	72,5	> 40
Preparo de amostras	90	≤ 85	23,8	20 a 23	227	≥ 500	71	> 40
Laboratório	58	≤ 85	24,8	20 a 23	380	≥ 300	66,5	> 40
Raios-X	50	≤ 85	24,8	20 a 23	690	≥ 300	66,5	> 40
Microscopia	52	≤ 85	23,8	20 a 23	250	≥ 300	66,5	> 40

Fonte: CORÁ, J., 2001/*Embrapa*.

NOTA: LT – Limite de tolerância

dB(A) – decibéis, unidade de intensidade da pressão sonora, medidos na escala A do decibelímetro.

## 4.2 Identificação dos Riscos Existentes

Foram identificados os seguintes riscos no Laboratório de Qualidade da Madeira, segundo a NR 5:

- GRUPO 1 RISCOS FÍSICOS: ruídos, radiações ionizantes, calor.
- GRUPO 2 RISCOS QUÍMICOS: fumos, gases, poeiras. Compostos ou produtos químicos em geral.
- GRUPO 3 RISCOS BIOLÓGICOS: fungos
- GRUPO 4 RISCOS ERGONÔMICOS: exigência de postura inadequada, levantamento e transporte manual de peso.
- GRUPO 5 RISCOS DE ACIDENTES: arranjo físico inadequado, vidrarias de laboratório, armazenamento de produtos químicos inadequado, máquinas e equipamentos sem proteção, probabilidade de incêndio e explosão.

## 4.3 Identificação das Dificuldades

No levantamento realizado no laboratório, pelo grupo do MGE<sup>2</sup>, foram identificadas as dificuldades listadas na Tabela 5.

---

<sup>2</sup> MGE - Modelo de Gestão Estratégica: tem por finalidade levantar as atuais condições dos laboratórios da Embrapa e identificar as necessidades de melhorias em relação a pessoal, procedimentos e equipamentos. Para a realização desse levantamento foi nomeado um grupo gestor, que ficou responsável pelos trabalhos de levantamento nos diversos laboratórios da Unidade.

**Tabela 5** - Necessidades e Prioridades para a Melhoria de Processos do Laboratório de Qualidade da Madeira, Identificadas pelo MGE.

Itens	Atual	Necessidades	*Prioridade	Observações
Pessoal	2	02	4	Contratação de laboratorista e auxiliar
Capacitação	2	Novas técnicas	3	Necessidade de reciclagem
Equipamentos	2	Novos equipamentos	4	Substituição de equipamentos antigos
Instalações de utilidades	3	Exaustores	4	Manutenção preventiva de exaustores
Segurança	4		3	Elaboração de programa
Construção civil	3	Manutenção	5	Manutenção preventiva e pequenos reparos

FONTE: *Embrapa Florestas*, Implantação MGE laboratórios doc, 2000

\* A indicação numérica menor indica maior prioridade

#### 4.4 EPIs E EPCs no Processo de Análise Química da Madeira

Os procedimentos laboratoriais transcorreram normalmente, no que se refere a análise química, por ser o laboratorista um profissional conhecedor do processo. Verificou-se, no entanto, que muitas etapas realizadas não constavam da apostila de Lavoranti (1986). Isso poderia gerar situações de risco de acidentes, como também a perda das amostras e danos nos aparelhos e equipamentos, se os procedimentos fossem inadequados. Observou-se que os procedimentos de segurança e uso de EPIs não foram considerados em sua totalidade (TABELA 6). Dependendo da etapa, o laboratorista deveria ter utilizado mais de um tipo de EPI, conforme mostra a TABELA 6.

Tabelas 6 - Demonstrativo do uso de EPIs E EPCs.

Etapas do processo	EPIs recomendados	EPIs não utilizados
Preparo de amostras para análise	Óculos de segurança, luvas em tecido metálico, calçado de segurança, guarda-pó de algodão, protetor auricular.	Óculos de segurança, luvas em tecido metálico e protetor auricular.
Secagem e pesagem de amostras		
- Classificação e peneiragem da serragem	Óculos de segurança, calçado de segurança, guarda-pó de algodão e máscara semifacial para poeiras.	Óculos de segurança, máscara semifacial para poeiras.
• Secagem e armazenamento da serragem	Óculos de segurança, luvas de procedimento, calçados de segurança e guarda-pó.	Óculos de segurança, luvas de procedimento
• Determinação da umidade da madeira por secagem em estufa.	Óculos de segurança, luvas de proteção ao calor, guarda-pó e calçados de segurança.	Óculos de segurança, luvas de proteção ao calor
Determinação simultânea de extrativos totais, lignina e holocelulose.		
• extrator soxhlet	Óculos de segurança, máscara semi-facial com filtro para vapores orgânicos, avental de PVC, luvas de procedimento, guarda-pó de algodão e calçados de segurança.  EPC: Capela de exaustão, com lavador de gases e coifa exaustora.	Óculos de segurança, avental de PVC, máscara semifacial com filtro para vapores orgânicos  EPC: Lavador de gases e coifa exaustora
• banho-maria	Óculos de segurança, luvas de procedimentos, guarda-pó de algodão e calçados de segurança.	Óculos de segurança
• lavagem de amostras	Óculos de segurança, luvas de proteção ao calor, luvas de procedimento, guarda-pó de algodão, calçados de segurança e avental em PVC	Óculos de segurança, luvas de proteção ao calor e avental em PVC.
Determinação da lignina e holocelulose	Óculos de segurança, luvas de procedimento, guarda-pó de algodão, calçados de segurança, avental de PVC e máscara semifacial com filtro para vapores ácidos e fumos.  EPC: Coifa exaustora acoplada a um lavador de gases.	Óculos de segurança, avental de PVC, máscara semifacial com filtro para vapores ácidos e fumos.  EPC: Coifa exaustora acoplada a um lavador de gases.

## 4.5 Procedimento de Segurança no Laboratório

Há falhas nas instalações do laboratório de qualidade da madeira que devem ser corrigidas, tais como:

- não existem dispositivos de alarme detectores de fumaça/fogo;
- inexistência de sinalização de equipamentos e saídas de emergência;
- não há sistema de iluminação de emergência para permitir operações seguras durante uma queda de energia;
- não há instalações elétricas à prova de explosão no laboratório, onde se trabalha com solventes voláteis;
- inexistem chuveiros lava-olhos no balcão central e na pia de despejo;
- ausência de coifa exaustora para a retirada dos vapores de ácido sulfúrico;
- EPI: fazer uma verificação da eficiência dos equipamentos de segurança disponibilizados para os funcionários, e substituir aqueles inadequados e instruí-los da sua correta utilização, estimulando o seu uso;
- não há uma programação de manutenção preventiva de equipamentos. A manutenção periódica é importante como forma de aumentar a vida útil dos equipamentos e na redução de riscos ao ambiente e aos empregados;
- os usuários do laboratório devem conhecer detalhadamente todas as atividades de rotina, os produtos químicos utilizados e suas reações, normas de segurança, as instalações físicas do laboratório, procedimentos de emergência e primeiros socorros. Esses conhecimentos devem ser repassados em treinamentos periódicos. É imprescindível que os usuários estejam em harmonia com o local de trabalho.

## 4.6 Identificação dos Pontos Críticos

No laboratório de qualidade da madeira, planta baixa ANEXO 1, identificaram-se sete áreas físicas de maior risco, podendo existir em cada área mais de uma situação crítica, mencionadas a seguir.

- Os manuais não descrevem todos os procedimentos; grande parte desses estão “na memória” do laboratorista.
- A coifa exaustora é ineficiente e ruidosa; um dos moinhos está parcialmente fora da área de ação da coifa. Manutenção deficiente.
- O corte das amostras, transformando-as em cavaco. O processo apresenta elevado risco de lesões no empregado, com a possibilidade de cortes profundos nas mãos e dedos, lesões na parte superior da palma da mão por impacto da marreta, lesões nos olhos e perda auditiva.
- O processo de moagem dos cavacos e limpeza dos moinhos é extremamente ruidoso.
- O procedimento de pesagem das amostras e registro dos dados apresenta risco ergonômico provocado pelo arranjo físico e mobiliário inadequado.
- Falta de sinalização de segurança nas estufas de alta temperatura; seu posicionamento no balcão é inadequado.
- Processo de determinação de lignina pelo aquecimento de solução de ácido sulfúrico 72%. O aquecimento de solução de ácido sulfúrico (72%) gera fumos venenosos; esse procedimento deve ser realizado no interior de uma capela ou sob uma coifa exaustora.
- Lavagem de vidrarias e eliminação de resíduos. A vidraria, após as análises, é lavada na pia e colocada sobre a bancada para secar em situação insegura; os resíduos dos reagentes são lançados diretamente na pia de despejo e vão para a rede geral de esgoto, sem qualquer neutralização.
- Armazenagem de produtos químicos incompatíveis entre si. De tais produtos utilizados no laboratório, 95% estão armazenados num armário e o restante sob a capela, sem nenhuma preocupação quanto à sua incompatibilidade.
- Identificou-se um grande acúmulo de amostras estocadas na sala de preparo delas e no laboratório, situação não caracterizada como crítica, mas que preocupa por ser elas agentes de risco de acidentes.

## 4.7 Análise Preliminar de Riscos (APR).

A análise preliminar de riscos é uma técnica adotada na avaliação de processos produtivos, onde há dificuldade de se identificar claramente os perigos, suas causas e efeitos. Identificando-se causas e efeitos as soluções para melhorias e correções das não conformidades apresentam-se claramente.

A TABELA 7 sintetiza todos os possíveis riscos existentes no processo de análise química da madeira. São propostas medidas de segurança que deverão ser observadas por todos aqueles que trabalharem ou eventualmente acessarem as dependências do laboratório.

Os cuidados com a segurança devem ser internalizados nas pessoas. Na *Embrapa Florestas* ainda não existe uma cultura de prevenção de acidentes, sendo difícil adotar-se o uso de EPI's como rotina. Os supervisores têm a responsabilidade de cobrar de seus supervisionados a utilização de EPI's outros procedimentos de segurança, auxiliando a CIPA (Comissão Interna de Prevenção de Acidentes).

**Tabela 7 - Análise Preliminar de Riscos – APR**

LABORATÓRIO DE QUALIDADE DA MADEIRA				
APLICAÇÃO: Subsistema 1 – Preparo de amostras para análise				
Riscos	Causa	Efeitos	Categor. riscos <sup>1</sup>	Medidas
Corte e contusões nas mãos	Ferramentas de corte inadequadas	No corte dos pedaços de madeira com facão e marreta pode ocorrer batida forte da marreta na parte superior da mão, a quebra do facão, escape da amostra e cortes nos dedos	III	Modificar o processo de corte manual dos pedaços de madeira no preparo de amostras para a moagem; utilizar EPI para proteção auditiva, luvas, óculos e calçado de segurança
Lesão na coluna vertebral e dores lombares	Posição inadequada do funcionário	Por não existir uma estrutura adequada para os trabalhos de corte de amostras o funcionário trabalha com a coluna vertebral tracionada	III	Melhorar a postura no processo de corte
Perda auditiva	Ruído de impacto elevado	O impacto das ferramentas (marreta e facão) no corte das peças de madeira gera alto ruído	III	Mudar o processo de corte e determinar o uso de proteção auditiva
	Moagem dos cavacos de madeira	A moagem dos cavacos para a transformação em serragem é extremamente ruidosa pela ação das lâminas de corte do moinho Wiley somada ao ruído do motor da coifa exaustora	II	Fazer manutenção preventiva do moinho e do motor da coifa exaustora. Instalar calços de borracha como forma amortecer as vibrações do motor da coifa, reduzindo o ruído. O operador deverá utilizar protetor auricular de concha ou de inserção
Danos no sistema respiratório	Limpeza do moinho, com ar comprimido	A ação do ar comprimido sobre os resíduos que permanecem na câmara de moagem gera grande quantidade de poeira de madeira em suspensão	II	O operador deverá utilizar máscara semifacial contra pó, óculos de segurança e protetor auricular.

<sup>1</sup> Risco I – Desprezível: A falha não irá resultar numa degradação maior do sistema, nem irá produzir danos funcionais ou lesões, ou contribuir com um risco ao sistema;

Risco II - Marginal: A falha irá degradar o sistema numa certa extensão, porém sem envolver danos maiores ou lesões, podendo ser compensada ou controlada adequadamente;

Risco III – Crítica: A falha irá degradar o sistema causando lesões, danos substanciais, ou irá resultar num risco inaceitável, necessitando de ações corretivas imediatas;

Risco IV - Catastróficas: A falha irá produzir severa degradação do sistema, resultando em sua perda total, lesões e morte.

Tabela 7 - Análise Preliminar de Riscos – APR - continuação...

LABORATÓRIO DE QUALIDADE DA MADEIRA				
APLICAÇÃO: Subsistema 2 – Secagem e pesagem de amostra.				
Riscos	Causa	Efeitos	Categor. riscos	Medidas
Acidente	Quantidade excessiva de amostras de madeira acumuladas na área de preparo de amostras	A desorganização do ambiente reduz o espaço de trabalho, aumentando o risco de acidentes e a redução da produtividade	II	Reorganização do ambiente de trabalho, limpeza geral e organização
Erro de procedimento laboratorial	Os procedimentos não estão descritos passo a passo, tanto para as análises como para o uso correto dos equipamentos	A falta de indicativos e ou roteiros precisos dos procedimentos podem eliminar etapas importantes do processo, comprometendo a qualidade dos resultados	IV	Modificar os manuais de procedimentos de modo que todos os operacionais padrão (POP) estejam claros e descritos passo a passo (análise, equipamentos); constar no manual os procedimentos de segurança em cada etapa do processo
Queimadura nos dedos e mãos	Retirar as amostras aquecidas da estufa de secagem  Falta de sinalização  Ausência de sinalização de segurança	As altas temperaturas utilizadas para a secagem das amostras podem causar danos nas mãos; perda das amostras em caso de queda das mesmas por reação do laboratorista à dor de queimaduras	IV	Sinalizar o equipamento com aviso de alta temperatura ou perigo; usar EPI sistematicamente: luvas, óculos e calçado de segurança, guarda-pó de algodão
Acidente	Posicionamento indevido das estufas sobre a bancada; a bancada com cuba inox é imprópria para o posicionamento de equipamentos.	A situação em que se encontram as duas estufas aumenta o risco de acidentes.	III	Reposicionar as estufas, retirando-as da bancada; reavaliar o <i>layout</i>
Cortes profundos nos membros inferiores	Queda do dessecador de vidro ao se transportar as amostras para pesagem	O transporte de vasilhames de vidro é perigoso se não forem tomados os cuidados necessários, podendo cair no chão e os estilhaços atingirem os trabalhadores	IV	Não deixar no local de trânsito qualquer obstáculo que possa gerar o risco e, consequentemente, o acidente

## LABORATÓRIO DE QUALIDADE DA MADEIRA

APLICAÇÃO: Subsistema 2 – Secagem e pesagem de amostra.

Riscos	Causa	Efeitos	Categor. riscos	Medidas
Iluminação deficiente	Luminárias mal posicionadas	O mau posicionamento das luminárias provoca ofuscamento no visor da balança	III	Como o local é inadequado para trabalhos com balança, mudá-la de posição
Erro dos resultados nas pesagens	Bancada inadequada para trabalhos com balança de precisão	O apoio do operador no balcão durante as pesagens das amostras pode causar erro nas pesagens	IV	Instalar a balança em bancada apropriada para pesagem com precisão, onde o laboratorista trabalhe sentado e em situação estável
Temperatura ambiente elevada	Geração de calor pelas estufas de grande porte	As altas temperaturas em ambientes fechados causam desconforto e consequentemente redução da produtividade e da qualidade do trabalho	II	A balança deverá ser instalada em outro ambiente, isolado da influência de temperaturas elevadas
Acidente	Móvel improvisado para apoio do dessecador	Situação instável do dessecador que pode cair, com perda do aparelho e das amostras	IV	Substituir o móvel

## LABORATÓRIO DE QUALIDADE DA MADEIRA

APLICAÇÃO: Subsistema 3 – Determinação simultânea de extrativos totais, lignina e holocelulose

Riscos	Causa	Efeitos	Categor. riscos	Medidas
<b>Extrator soxhlet</b> Lesões nos membros inferiores e cortes nas mãos	Utilização de ferramenta inadequada para o posicionamento de amostras no extrator soxhlet	Quebra do extrator soxhlet de vidro Pirex.* Perda total do equipamento e danos no laboratorista	IV	Utilizar acessório de madeira adequado, para o posicionamento correto das amostras no copo do extrator soxhlet
Irritação grave na pele, olhos e trato respiratório	Não utilização de EPI no manuseio do diclorometano, solução álcool/tolueno e álcool  Manusear os reagentes fora da capela (EPC)	O manuseio inadequado de reagentes químicos pode causar lesões graves na pele, olhos, trato respiratório e sistema nervoso central	IV	Usar EPI, detalhar os procedimentos no manual de análises em forma de procedimento operacional padrão (POP) e informações sobre os efeitos do reagente químico em caso de acidente (FISPO)
Queimaduras no rosto, olhos, membros superiores por reagentes químicos aquecido	A não colocação de pérolas de vidro no interior do balão do extrator soxhlet  Descuido na montagem dos componentes do extrator soxhlet sobre a grelha digestora, já com carga (solução de reagentes químicos)	Quebra ou explosão do balão de vidro pelo aquecimento dos reagentes químicos em ponto de fervura  Queda de parte dos componentes do extrator, por sua má fixação à grelha digestora ou descuido do laboratorista, ocasionando a perda do extrator e queimaduras no laboratorista por reagentes químicos aquecidos, podendo atingir os olhos, mãos e tórax, ou ainda causar explosão pelo contato dos reagentes químicos com a resistência elétrica da grelha digestora em estado incandescente	IV	Evitar o ingresso no laboratório de pessoas que por algum motivo possam desviar a atenção do laboratorista durante a operação;  utilizar EPI: luvas de procedimento, óculos de segurança, máscara com filtro para vapores orgânicos, avental em PVC, calçado de segurança e guarda pó de algodão  Adequar o manual de procedimentos
Intoxicação por vapores de reagentes químicos lançados no ambiente	Ligar a grelha digestora antes da circulação de água no condensador  Inversão das ligações das mangueiras de circulação de água	Lançamento de vapores de reagentes químicos no ambiente por transbordamento do condensador do soxhlet	III	Treinar os laboratoristas nos passos sequenciais de montagem e funcionamento do soxhlet;  o sentido de circulação da água é ascendente dentro do condensador de bola

## LABORATÓRIO DE QUALIDADE DA MADEIRA

APLICAÇÃO: Subsistema 3 – Determinação simultânea de extrativos totais, lignina e holocelulose

Riscos	Causa	Efeitos	Categor. riscos	Medidas
<b>Banho-maria</b> Falta d'água na câmara de aquecimento	Sistema de aquecimento d'água central dos laboratórios desativados	Inoperância do sistema de reposição automático de água quente na câmara do banho-maria; queima da resistência do equipamento e paralisação do processo	IV	Ativar o sistema de aquecimento central de água dos laboratórios
Danos nos membros superiores e inferiores do laboratorista	Aquecimento de água de reposição na câmara do banho-maria em aquecedor elétrico, pela não operação do sistema central de aquecimento de água	Queima das mãos do laboratorista ao fazer a reposição da água quente na câmara do banho-maria;  queda do balão de vidro com água aquecida, causando queimaduras nos membros inferiores e possíveis cortes	III	Ativar o sistema de aquecimento central de água dos laboratórios
Inutilização das amostras	Identificação inadequada de envelopes, e/ou recipientes contendo amostras	Descaracterização das amostras por perda de identificação durante o processo	IV	Tomar os cuidados necessários para a correta identificação de envelopes e ou recipientes contendo as amostras com tinta adequada para que não se apague durante o processo de análise;  evitar que pessoas entrem no laboratório durante os trabalhos de identificação de envelopes e ou recipientes
Cortes nos dedos das mãos	Distração do laboratorista ao abrir os envelopes com amostras.  Os envelopes de papel filtro tem sua resistência reduzida pela ação dos reagentes químicos; utilização de extrator de grampos inadequado	Retirada dos grampos dos envelopes de papel filtro provoca a ruptura do envelope e perda de parte da amostra de serragem; o grampo é muito duro, dificultando a sua retirada sem danificar o envelope	III	Utilizar um grampo menos resistente e substituir o extrator de grampos.  Usar EPIs: óculos de segurança, luvas de procedimento, guarda-pó e calçado de segurança
Lavagem de amostras  Queimaduras nas mãos	Manuseio de recipiente de vidro com água em ponto de ebulição;  utilização de EPI inadequado	O calor do recipiente é extremamente desconfortável e dolorido devido ao tempo de manuseio (exposição) mesmo utilizando luvas	III	Utilizar luvas apropriadas para proteção das mãos; utilizar óculos de segurança, avental de PVC e calçado de segurança

## LABORATÓRIO DE QUALIDADE DA MADEIRA

APLICAÇÃO: Subsistema 3 – Determinação simultânea de extrativos totais, lignina e holocelulose

Riscos	Causa	Efeitos	Categor. riscos	Medidas
Cortes nas mãos e membros inferiores com queimaduras.	Deixar cair o recipiente com água quente.	A reação ao calor pode resultar na queda do recipiente e quebra do mesmo com a formação de pedaços de vidros pontiagudos	IV	Utilizar luvas apropriadas para proteção das mãos, avental de PVC, guarda-pó e calçado de segurança
<b>Determinação da lignina</b> Torções indevidas na coluna e distensões musculares	Posicionamento inadequado da grelha digestora  Mobiliário inadequado	O mau posicionamento de equipamentos gera torções indesejadas na coluna vertebral e distensões musculares;  a posição instável do trabalhador aumenta o risco de acidentes	III	Modificar o <i>layout</i> do laboratório, como forma de melhorar as condições de trabalho reduzindo riscos
Lesões graves na pele, membros superiores, inferiores, tórax e trato respiratório	Manuseio inadequado no preparo da solução de ácido sulfúrico 72%; adição indevida de água sobre o ácido;  pressa no preparo da solução	O derramamento de ácido sobre a pele provoca queimaduras graves;  inalação de vapores ácidos causando lesões no trato respiratório superior. Adição indevida de água sobre o ácido resulta numa reação violenta	IV	Usar EPI: óculos ou protetor facial em acrílico, máscara contra vapores ácidos, luvas de procedimento, avental de PVC, guarda-pó e calçado de segurança.  Preparar a mistura com o balão
	Não homogeneização da mistura	Geração de grande quantidade de calor e conseqüente transbordamento da solução	III	Volumétrico imerso parcialmente em uma cuba d'água, para controlar o calor gerado pela reação química
Intoxicação por fumos	Aquecimento de solução de ácido sulfúrico	O aquecimento de solução de ácido sulfúrico em ponto de ebulição gera fumos de alta toxicidade que atacam o sistema respiratório, olhos e pele	III	Instalar a grelha digestora para o aquecimento da solução de ácido sulfúrico dentro de EPC, tais como capelas ou coifas exaustoras acopladas a lavadores de gases
Incêndio	Vários erlenmeyers com solução de ácido em aquecimento ao mesmo tempo	Com o início da ebulição em vários erlenmeyers e conseqüente transbordamento da solução, a adição de álcool para o controle da ebulição torna-se perigosa, pois o mesmo pode ser jogado sobre a grelha digestora elétrica, podendo ocorrer a inflamação do álcool	IV	Colocar os erlenmeyer na grelha digestora de forma intercalada, evitando a ebulição ao mesmo tempo da solução dos recipientes

## LABORATÓRIO DE QUALIDADE DA MADEIRA

APLICAÇÃO: Subsistema 3 – Determinação simultânea de extrativos totais, lignina e holocelulose

Riscos	Causa	Efeitos	Categor. riscos	Medidas
<b>Lavagem das amostras</b>	A lavagem das amostras é feita com água quente em ponto de ebulição	O manuseio de água quente com recipiente plástico (pisseta) provoca reações dolorosas nas mãos, mesmo com luvas	II	Substituir o tipo de luva atualmente utilizado para esta tarefa;
Queimadura nas mãos				modificar o processo de lavagem das amostras
Danos ambientais	Solução de ácido sulfúrico	Adição de água para a lavagem das amostras impregnadas de solução de ácido sulfúrico diluem a solução que é jogada na pia de despejo, provocando danos ao ambiente	III	Instalar sistema de neutralização de ácidos, antes do descarte no ambiente
Acidente	Lavagem de vidrarias	Choque ou escape da vidraria durante o processo de lavagem manual provoca a quebra e perda do recipiente	IV	Usar luvas de borracha e tomar cuidado na execução da tarefa
Acidente	Secagem de vidrarias em local inadequado	As vidrarias são dispostas sobre a bancada com o bocal para baixo para que a água escorra	III	Colocar as vidrarias lavadas em secadores apropriados para este fim
	Acúmulo de amostras e materiais nas áreas de trabalho	A desorganização do ambiente reduz o espaço de trabalho aumentando o risco de acidentes e redução da produtividade	II	Proceder uma organização geral na área do laboratório
Explosão	Reagentes químicos incompatíveis	Armazenagem de reagentes químicos incompatíveis no mesmo local pode causar explosões seguidas de incêndio	IV	Armazenar separadamente os produtos químicos incompatíveis
	Embalagens danificadas	A estocagem por um longo tempo provoca danos às embalagens e consequentes vazamentos e cristalizações dos reagentes químicos		Criar um almoxarifado central, onde os reagentes químicos sejam utilizados por todos os laboratórios, reduzindo assim o tempo de estocagem como também os riscos e as perdas por desperdícios
	Grande quantidade de reagentes químicos estocados no laboratório	A estocagem de reagentes químicos que não são utilizados no laboratório é uma prática comum e contribui para os riscos		promover treinamento e reciclagem periódica do pessoal do laboratório
<b>Riscos Ambientais</b>		O descarte de reagentes químicos sem os devidos cuidados pode gerar graves danos ao meio ambiente	IV	Com os resíduos de reagentes químicos que não puderem ser neutralizados na unidade geradora, a sua destinação final deverá ser feita por empresa especializada

## 5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

- **O laboratório da Embrapa Florestas não adota todos os procedimentos de segurança recomendados. Os EPIs são utilizados corretamente apenas em alguns procedimentos.**

Recomendação:

Utilizar sistematicamente os EPI e EPCs recomendados em todas as etapas do processo.

- **O manual de procedimentos de análise química da madeira do laboratório deverá ser totalmente reformulado.**

Recomendação:

Os procedimentos de análises químicas devem ser descritos passo a passo, com os devidos procedimentos operacionais padrão (POP). Revisar e reformular os manuais orientadores de outros processos realizados no laboratório.

- **O laboratório não conta com procedimentos de BPL.**

Recomendação:

As boas práticas para laboratório deverão ser implantadas na sua totalidade, para garantir a qualidade dos resultados.

- **Há falta de treinamento para procedimentos de segurança.**

Recomendação:

Oferecer treinamento com base em auditoria sistemática dos processos desenvolvidos no laboratório de Qualidade da Madeira e dos procedimentos de segurança.

- **Faltam equipamentos de proteção coletiva – EPC.**

Recomendação:

Instalar uma coifa para a extração dos fumos resultantes do aquecimento da solução de ácido sulfúrico e dos vapores ácidos gerados pelo extrator de soxhlet em caso de acidente.

- **Alguns processos e *layouts* são inadequados.**

Recomendações:

- Modificar o posicionamento dos dois moinhos na sala de preparo de amostras, pois estão dispostos inadequadamente em relação à coifa exaustora. A coifa é estreita para abrigar os dois moinhos.
- Reposicionar a estufa de secagem de amostras.
- Mudar a balança para a sala de microscopia, e instalá-la sobre um móvel adequado.
- Eliminar os varais de secagem de negativos de raios X na sala de estufas.
- Substituir o móvel de apoio do dessecador.

### **Outras recomendações**

- O processo de moagem das amostras e o motor da coifa são muito ruidosos; fazer a manutenção preventiva com frequência, aumentando a vida útil do equipamento e reduzindo os atritos causadores dos ruídos.
- Modificar o procedimento de transformação das amostras (vindas da serraria) em cavacos. Foram identificados problemas ergonômicos, riscos de acidentes com lesão nas mãos e olhos e ruídos de impacto durante o processo.
- Utilizar acessório adequado para o posicionamento das amostras no interior do copo do extrator soxhlet.

- Substituir a balança Sauter D 7470, de procedimento mecânico, por outra digital.
- Na área de moagem o acúmulo de serragem e pó de madeira é considerável, principalmente na tarefa de limpeza interna do moinho, que é feita a cada nova amostra. Substituir o aspirador de pó existente por um mais moderno. A ponteira de sucção deve ser modificada para que o procedimento de limpeza interna da câmara de moagem seja feito apenas por sucção.
- Manter a organização do laboratório, fazendo desta atividade uma rotina diária.
- No processo de lavagem das amostras, substituir a luva e utilizar funis com estrias sobre os balões volumétricos. Neste processo deverão ser utilizadas luvas de proteção apropriadas para contato com superfícies quentes.
- Neutralizar os resíduos químicos resultantes da lavagem de vidrarias ou lavagem de amostras antes de serem jogados na rede geral de esgoto.
- Criar um programa de manutenção preventiva dos equipamentos do laboratório.
- Providenciar a sinalização de segurança nas estufas de secagem e nas demais dependências do laboratório.
- Substituir a luva de borracha e utilizar funis com estrias sobre os balões volumétricos. Nesse processo deverão ser utilizadas luvas de proteção apropriadas para contato com superfícies quentes.
- Devem sempre permanecer no laboratório duas pessoas, quando forem realizados trabalhos fora do horário de expediente
- Providenciar estojos de primeiros socorros no laboratório para atendimento de emergência.
- Manter as fichas de segurança de produtos químicos (FISPQ) no laboratório.

- Encaminhar para o almoxarifado os reagentes químicos não utilizados no laboratório.
- Durante os trabalhos de filtragem, dosagem, manipulação de vidrarias e produtos químicos, evitar que pessoas estranhas circulem no laboratório; elas provocam a desatenção do laboratorista, o que pode ocasionar falhas nas dosagens e possíveis acidentes pelo derramamento de solução nas mãos, roupa, olhos, entre outros problemas.



## ANEXO 2

### REAGENTES QUÍMICOS PREVENÇÃO E CONTROLE

Produtos químicos utilizados no laboratório (Brito Filho, 1988; Soto, 1985):

- **Ácido acético glacial ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ):**

É classificado com uma substância cáustica e irritante, podendo causar queimaduras, lacrimação e conjuntivite. Ataca facilmente a pele, podendo causar dermatites e úlceras.

Por inalação causam irritação da mucosa conjuntival e brônquica, dermatite de contato, intumescências com infecções. Em presença no ar ataca grande quantidade de metais. Os vapores de ácido acético podem formar misturas explosivas, constituindo um risco de incêndio.

É particularmente perigoso quando em contato com o óxido de cromo IV, ácido nítrico, ácido perclórico, peróxidos e permanganatos. Deve ser armazenado longe de fontes de ignição e de substâncias oxidantes.

A ventilação na área de armazenagem é importante, evitando concentrações perigosas.

Os recipientes para guardar o ácido devem ser de aço inoxidável ou vidro.

Meio ambiente: em caso de derramamento, absorver o líquido ou conter o seu espalhamento com areia ou terra, lavar bem o local, evitar despejo nos esgotos; se isto acontecer avisar às autoridades competentes.

- **Ácido fosfórico 85% ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ):**

É um ácido corrosivo que pode causar queimaduras quando em contato com qualquer parte do corpo. Pode ainda causar danos se ingerido, sendo neste aspecto, menos perigoso que outros ácidos minerais. Não é um irritante para os olhos ou nariz, não é inflamável, podendo no entanto, em reação com certos metais liberar hidrogênio. Quando aquecido, decompõe-se, liberando fumos tóxicos de óxido de fósforo.

- **Ácido sulfúrico 96% (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>):**

Líquido oleoso, claro, densidade 1,85, dose letal 5 a 6 g, o limite de tolerância na atmosfera é de 1 mg/m<sup>3</sup>. O ácido sulfúrico queima o tecido vivo mas não age sobre os tecidos mortos. Se ingerido causa dor aguda da faringe e epigástrica, vômitos intensos, aumentando a dor. A morte ocorre depois de prolongado sofrimento, quer por choque neurogênico, quer por perfuração, ou por hemorragia gástrica.

Tratamento: contato com a pele, lavar com água e sabão.

Para queimadura ocular, lavar com solução de bicarbonato de sódio.

O ácido sulfúrico em si não é inflamável, mas quando em altas concentrações, pode causar ignição por contato com sólidos ou líquidos combustíveis. Quando aquecido, emite fumos altamente tóxicos.

Em caso de acidente:

Com pessoas: levar os feridos ao ar fresco; em caso de parada respiratória efetuar respiração boca a boca; tirar imediatamente a roupa contaminada; lavar com bastante água as partes do corpo atingidas, principalmente no caso de contato do produto com os olhos; não permitir que os feridos esfriem; chamar imediatamente um médico.

Meio ambiente: polui rios, a flora, o solo, o ar e prejudica a fauna. Evitar que o produto caia em cursos d'água.

- **Ácido nítrico (HNO<sub>3</sub>):**

Densidade 1,335 g/cm<sup>3</sup>, dose letal 5 a 6 g ou 2 ppm; ou 5 mg/m<sup>3</sup>, na atmosfera 15mg/m<sup>3</sup>.

Em contato com a água libera calor. As soluções de ácido nítrico são fortemente corrosivas e produzem lesões cutâneas e das mucosas, cuja gravidade dependerá da duração do contato e da concentração do ácido. Entre os óxidos nitrosos, o mais importante, do ponto de vista toxicológico, é o NO<sub>2</sub>, que é

irritante das vias respiratórias superiores e produz uma reação intensa nos pulmões, de conseqüências geralmente fatais. Conforme a quantidade e a sua concentração, o ácido nítrico deve ser armazenado em recipientes de aço inoxidável, alumínio ou vidro, mantidos hermeticamente fechados.

Quando houver necessidade de diluir o  $\text{HNO}_3$  com água, o ácido deverá ser jogado dentro da água para evitar o calor localizado.

### *Risco a saúde:*

O ácido nítrico não é considerado cancerígeno.

Exposição crônica a vapores ou misturas de  $\text{NHO}_3$  pode afetar lentamente os dentes, podendo ocasionar ainda doenças crônicas (bronquite crônica, danos aos dentes e falta de apetite). Soluções diluídas causam irritações e tendem a endurecer o epitélio, sem destruí-lo.

### *Meio ambiente:*

Em caso de vazamento/derramamento, avisar imediatamente ao pessoal da segurança, isolar e ventilar a área, mantenha o vento pelas costas, usar roupas antiácidos. Usar água em forma de spray para resfriar e dispersar os vapores. Manter produtos combustíveis afastados do material derramado.

Para pequenos vazamentos absorva com terra e areia, vermiculita ou outros materiais absorventes não combustíveis e armazene adequadamente para disposição final.

## • Éter etílico ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OC}_2\text{H}_5$ ):

Outros nomes: éter sulfúrico, éter dietílico.

Densidade do vapor 2,56; densidade 0,76  $\text{g/cm}^3$ , ponto de ebulição 35°C, líquido inflamável e explosivo, volátil, seu vapor é mais denso que o ar. É um poderoso anestésico, tem grande afinidade por lipídeos e se fixam eletivamente sobre o cérebro e fígado.

O éter etílico não é metabolizado no homem; cerca de 90% se elimina pelo ar expirado e 10% pela urina, rapidamente. Quando houver irritação dos olhos a

concentração deve ser considerada excessiva.

Em caso de acidente, remover a vítima para o ar fresco, e solicitar assistência médica de emergência. Se não estiver respirando, fazer respiração artificial.

#### *Meio ambiente:*

Impedir o alastramento do produto derramado, evitando a contaminação de rios e mananciais. Mistura-se totalmente com a água, formando misturas nocivas à saúde.

### • Etanol ou álcool etílico ( $C_2H_5OH$ ):

O álcool etílico não produz efeitos cumulativos.

Para se tornar uma substância narcótica é necessário que o álcool etílico esteja no ar em grandes concentrações; exposições acima de 1000ppm podem causar irritação dos olhos e mucosas das vias respiratórias superiores, e se as exposições forem repetidas ocasionarão lassidão, perda de apetite e falta de concentração.

O álcool etílico é inflamável quando em contato com o calor ou faísca, podendo reagir violentamente com materiais oxidantes.

#### *Acidentes com pessoas:*

Remover a vítima do local, se necessário fazer respiração artificial. Em caso de contato do produto com a pele, lavar com água e sabão neutro. Em contato com os olhos lavar com água corrente por 15 minutos. Remover as roupas contaminadas. Procurar socorro médico imediatamente.

#### *Meio ambiente:*

Evitar contaminação de cursos d'água ou esgotos.

### • Anilina ou fenilamina ( $C_6H_5NH_2$ ):

Ponto de ebulição a 184°C, líquido oleoso, incolor, aromático, solúvel em solventes e pouco solúvel em água.

Pode ser absorvido pela pele, por inalação e ingestão. A anilina converte a hemoglobina em metahemoglobina, diminuindo a formação de oxiemoglobina e conseqüentemente o transporte de oxigênio, produzindo anoxia. Quando 65% do sangue tem a sua hemoglobina transformada em metaemoglobina ocorre a morte.

As exposições repetidas ou prolongadas podem causar anemia.

Em contato com a pele provoca dermatites e necroses. Na bexiga provoca irritação e cronicamente papilomatose e câncer.

Em caso de acidente:

Se a ingestão for por via oral, proceder a lavagem gástrica com carvão ativado e purgante salino;

Se a penetração se der através da pele, pode lavar-se a mesma com ácido acético a 5%;

Se necessário fazer oxigenoterapia;

Administrar soro fisiológico e proceder a transfusão de sangue;

Na anoxia, administrar azul de metileno a 1% intravenosa lentamente a 1 mg/kg;

Administrar vitamina C, 0,5 a 10g de 2 a 3 vezes ao dia;

Pode em substituição ao azul de metileno usar-se a toluidina a 10 mg/kg ou ainda tionina a 0,2%.

### *Prevenção:*

Ventilação eficiente e capaz de deixar a concentração do ar abaixo do limite de tolerância;

Limpeza rigorosa do ambiente;

Quando há risco de contaminação da pele, usar roupas protetoras que deverão ser lavadas diariamente;

Observar constantemente os lábios, unhas e língua do pessoal exposto, para ver se não apresentam sintomas de cianose;

Excluir da exposição indivíduos com anemia, problemas cardiovasculares ou pulmonares.

### • **Diclorometano ou cloreto de metileno ( $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ ):**

Líquido volátil, ponto de ebulição a  $39,9^\circ\text{C}$ , e vapor 3 vezes mais denso que o ar, a dose letal é de 30 g.

É um produto narcótico, produz anestesia, e após, depressão bulbar.

É irritante da pele e mucosas e do sistema nervoso central, provocando neste moderada depressão. As manifestações mais comuns são cefaléia, tonturas, irritabilidade, tremores musculares, torpor e vertigens.

Havendo contato com a pele, lavar com água e sabão.

### • **Xileno ou xilol, dimetil benzeno [ $\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}_3)_2$ ]:**

Densidade  $0,872 \text{ g/cm}^3$  a  $20^\circ\text{C}$ , é pouco insolúvel em água, odor aromático, ponto de ebulição a  $110^\circ\text{C}$ .

O xileno e o tolueno são substâncias homólogas do benzeno e sua ação sobre o organismo é análoga àquela do benzeno e utilizadas como solventes.

Podemos afirmar que o xileno é levemente menos tóxico que o tolueno e bem menos que o benzeno, especialmente no que se refere à depressão da medula óssea. A toxicidade crônica de ambos é mais fraca que o benzeno e os acidentes sangüíneos são mínimos. Uma das particularidades do xileno é produzir decréscimo de granulócitos do sangue.

O xileno é danoso ou fatal se for ingerido, afeta o sistema nervoso central, causa severas irritações na pele, olhos e trato respiratório.

Em exposições crônicas pode causar dor de cabeça, perda do apetite, nervosismo e palidez. O contato repetido ou prolongado pode causar rachaduras na pele e possíveis danos na medula óssea, causando baixa de células do sangue. Pode prejudicar fígado e rins.

*Meio ambiente:*

Evitar contaminação com curso d'água e esgotos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BACCAN; N.; BARATA, L. E. S. **Manual de segurança para laboratório.**

Campinas: UNICAMP, Instituto de Química, 1982. 63 p.

BRAIDOTTI JUNIOR, J. W.; ARCURI, A. S. A. A importância da ficha de informação de segurança de produto químico. **Revista Cipa**, São Paulo, v. 22, n. 263, p. 64-68, 2001.

BRASIL. Lei n. 6.514, de 22 de dezembro de 1977. **Segurança e medicina do trabalho**. 50. ed. São Paulo: Atlas, 2002. 695 p. (Manuais de Legislação Atlas).

BRITO FILHO, D. **Toxicologia humana e geral**. Rio de Janeiro: Liv. Atheneu, 1988. 678 p.

CORÁ, J. Laboratório de qualidade da madeira. In: CORÁ, J. **Laudo de insalubridade e periculosidade**. Colombo: [s.n.], 2001. p. 21-23. Não publicado. Relatório de auditoria.

CURITIBA. Prefeitura Municipal. Secretaria Municipal de Saúde. **Causas dos acidentes ocorridos em estabelecimentos científicos e centros de pesquisa e análises clínicas de Curitiba, PR – 1993-2000**. Curitiba, 2002. Informação obtida em base de dados.

DUPLO efeito: produtos químicos melhoram a qualidade de vida mas também podem causar muitos males. **Revista Proteção**, São Paulo, v. 12, n. 90, p. 28-33, jun. 1999.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Florestas. **Implantação MGE laboratórios.doc**. Mensagem recebida por <yara@cnpf.embrapa.br>. Acesso em: 20 out. 2000.

FERREIRA, V. L. P. et al. **Boas práticas para laboratório**: segurança. São Paulo: Associação Brasileira de Profissionais da Qualidade de Alimentos, 1995. 42 p. (Manual Série Qualidade).

FURR, A. K. **CRC handbook of laboratory safety**. 4th ed. Boca Raton: CRC Press, 1995. 783 p.

LACERDA, E. **Segurança do trabalho agroflorestral**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, Instituto de Engenharia do Paraná, Curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho, 2000. 25 p. Apostila.

LAVORANTI, O. J. (Comp.). **Práticas de química da madeira**. Colombo: EMBRAPA-CNPF, 1986. 68 p. Não publicado.

LEGISLAÇÃO pertinente [Segurança do trabalho]. Disponível em: <<http://www.sobes.org.br>>. Acesso em: 10 jun. 2002.

MERCK. **Merck também é segurança**: produtos químicos incompatíveis. [S.l.: s.n.], 1985. Publicidade técnica.

PRINCÍPIOS das boas práticas de laboratórios. In: ENCONTRO NACIONAL DE MÉTODOS DE LABORATÓRIO DA EMBRAPA FLORESTAS, 7., 2001, Curitiba. [Encontro...]. Curitiba, 2001. Disponível em arquivo word.

SEGURANÇA nas universidades. **Revista Cipa**, São Paulo, v. 22, n. 253, p. 50–91, 2000.

SILVA, C. R. P. da et al. **Manual de garantia da qualidade no laboratório**. Rio de Janeiro: ANDA, 1993. 36 p.

SOTO, J. M. O.; SAAD, I. F. S. de D.; FANTAZZINI, M. L. **Riscos químicos**. 2. ed. São Paulo: FUNDACENTRO, 1985. 99 p.

STEEER, N. V. **CRC handbook of laboratory safety**. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press, 1971. 854 p.