

XIV SIMPÓSIO DE BIOSSEGURANÇA E DESCARTES DE  
PRODUTOS QUÍMICOS PERIGOSOS E ORGANISMOS  
GENETICAMENTE MODIFICADOS EM INSTITUIÇÕES  
DE ENSINO E PESQUISA



I SIMPÓSIO DE SEGURANÇA QUÍMICA E BIOLÓGICA

# **Minimização de resíduos químicos de laboratórios de ensino e pesquisa**

**MSc.** Juliana Schultz

Doutoranda em Química - LABPPAM

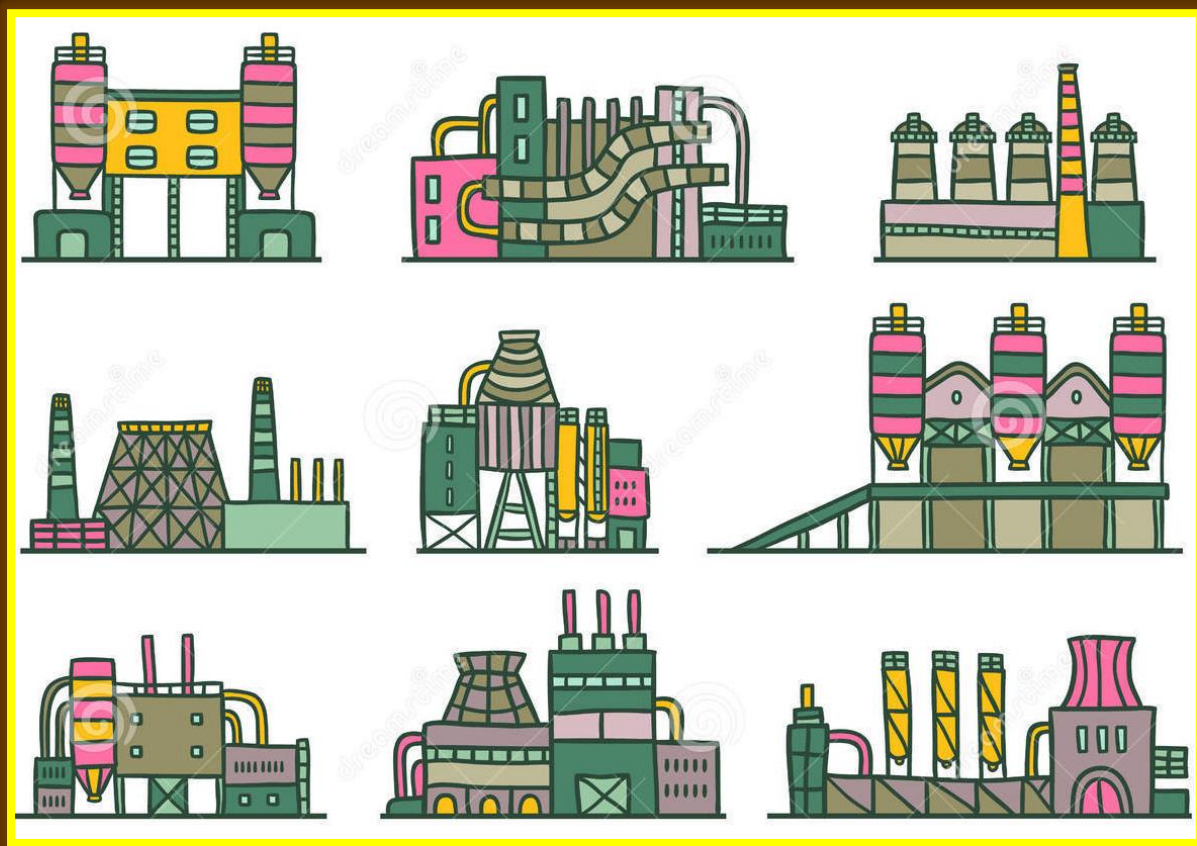
São Paulo  
2015

# Poluição ambiental



Esgoto doméstico

# Poluição ambiental



Indústrias

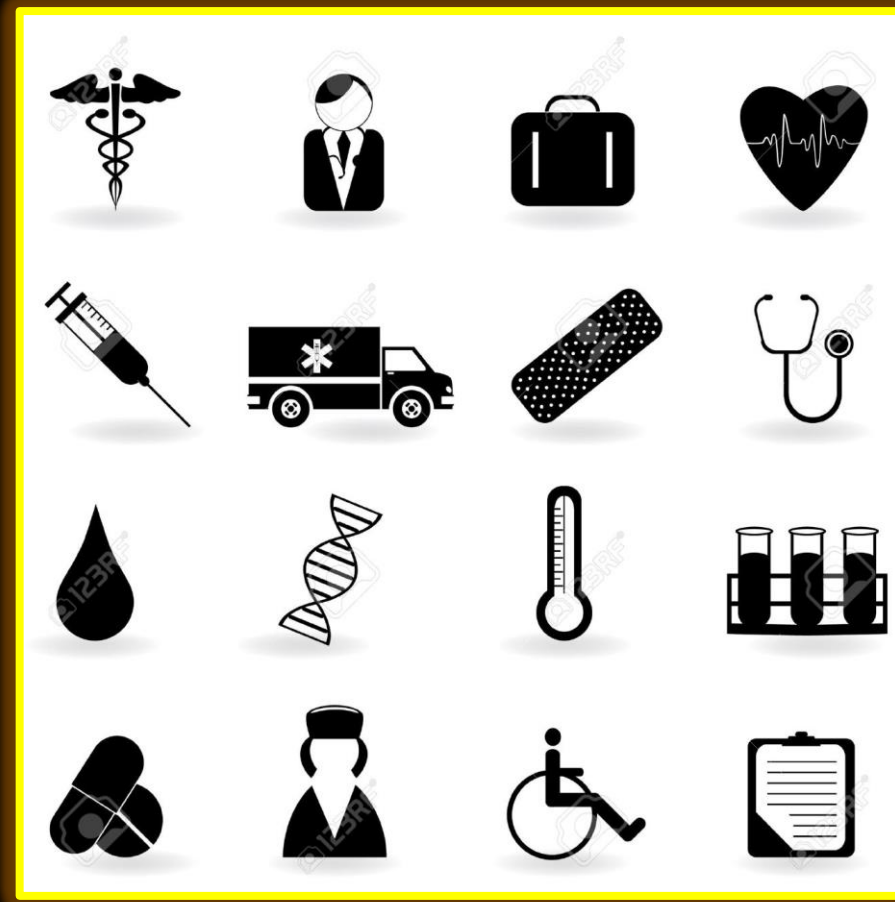
# Poluição ambiental



Agricultura



# Poluição ambiental

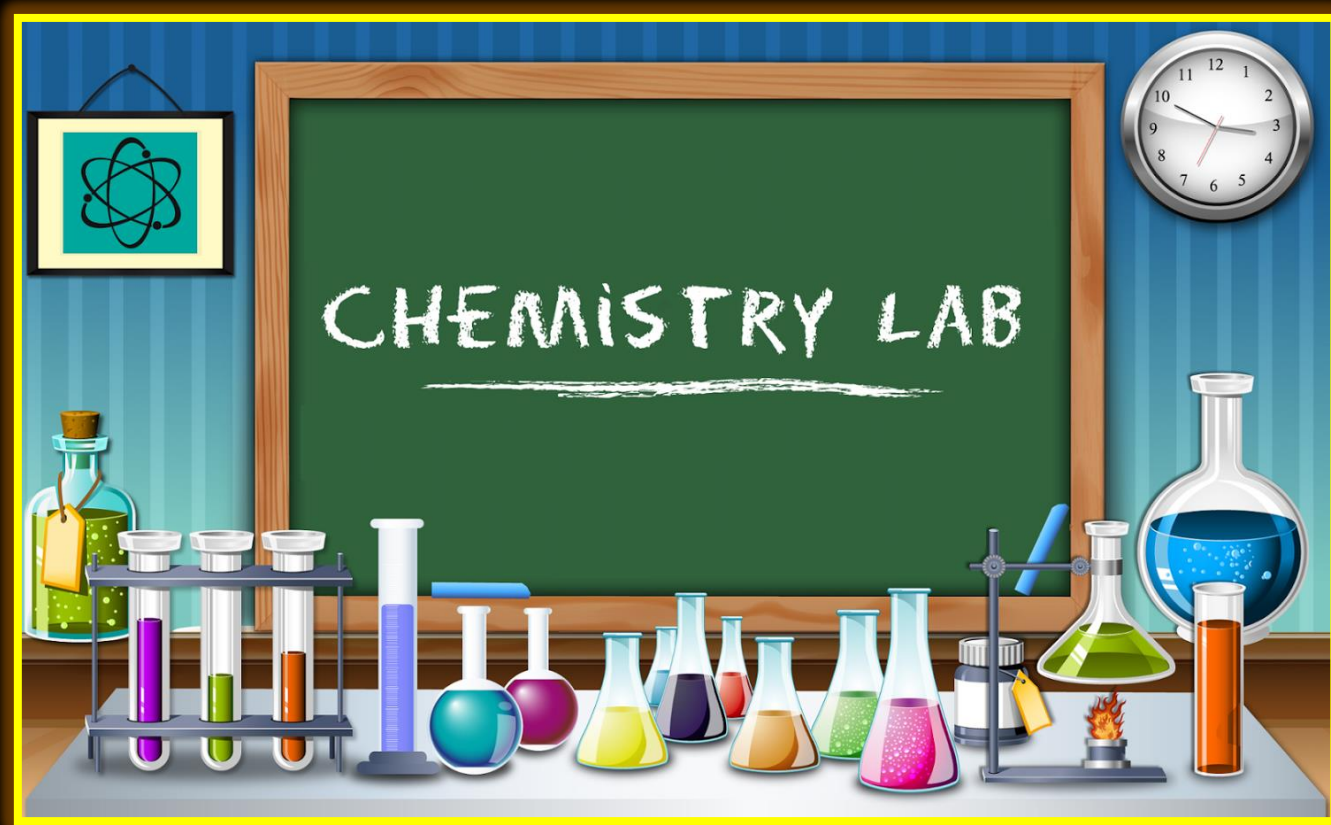


Serviços de Saúde



Laboratórios de universidades, escolas e institutos de pesquisa

# Laboratórios geradores de resíduos químicos



# Laboratórios geradores de resíduos químicos



**Agronomia**



# Laboratórios geradores de resíduos químicos



Anatomia

# Laboratórios geradores de resíduos químicos



# Laboratórios geradores de resíduos químicos



*Biologia*

# Minimização de resíduos

- O conceito de minimização de resíduos abrange qualquer ação que reduza a quantidade e/ou a toxicidade de qualquer coisa para ser descartado como resíduo perigoso.



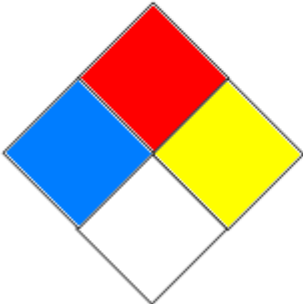
# Inventário


- Consiste em registrar todos os reagentes e resíduos químicos dos laboratórios.
- Características disponíveis nos rótulos dos recipientes.



# Classificação dos resíduos químicos de laboratórios

- **Ativos:** gerados incessantemente nas atividades rotineiras da instituição, os quais possuem sua composição conhecida.
- **Passivos:** resíduos comumente não caracterizados e não etiquetados, além de frascos de reagentes sem identificação e sem “dono”.

# Rotulagem

<p>CENTRAL DE REAGENTES E RESÍDUOS QUÍMICOS</p> <p>LABORATORIO DE RESÍDUOS QUÍMICOS</p> <p>UEPG</p>	<p align="center"><b>- <u>RESÍDUO QUÍMICO</u> -</b></p> <p>Resíduo Principal:</p> <p>Resíduos Secundários:</p> <p>Laboratório de Procedência:</p> <p>Departamento:</p> <p>Data:</p>
	

<p>CENTRAL DE REAGENTES E RESÍDUOS QUÍMICOS</p> <p>BANCO DE INSUMOS QUÍMICOS</p> <p>UEPG</p> 	<p align="center"><b>- <u>INSUMO QUÍMICO</u> -</b></p> <p align="center"><b>Nome Solvente recuperado (Fórmula Química)</b></p>
--	--

	<p align="center"><b>- <u>INSUMO QUÍMICO</u> -</b></p> <p align="center"><b>Nome do Reagente</b></p> <p>Fórmula Química</p> <p>Procedência: Marca</p>	
---	---	---



Centro de Energia Nuclear na Agricultura

FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE RESÍDUO  
PARA COLETA EM LABORATÓRIO

Constituinte(s): \_\_\_\_\_

Concentração: \_\_\_\_\_

Quantidade: \_\_\_\_\_

Lab. Gerador: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_\_ Horas: \_\_\_\_\_

Responsável/Coleta: \_\_\_\_\_

SE NÃO ESTIVER HABILITADO, NÃO MANIPULE ESTE PRODUTO

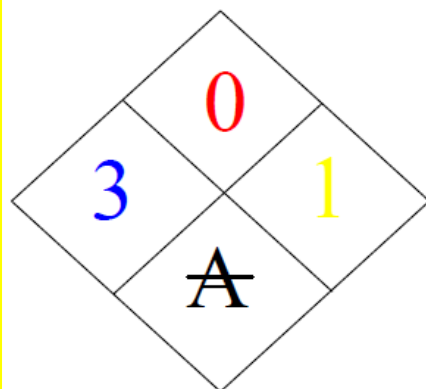
# Resíduos

Benzeno  
+  
Naftaleno

UFRGS - Instituto de Química  
Dep. Físico-Química

Responsável: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ NF: \_\_\_\_\_



## RESÍDUO QUÍMICO

Produto Principal:

ÁCIDO SULFÚRICO

Produto Secundário:

MERCÚRIO METÁLICO - Hg

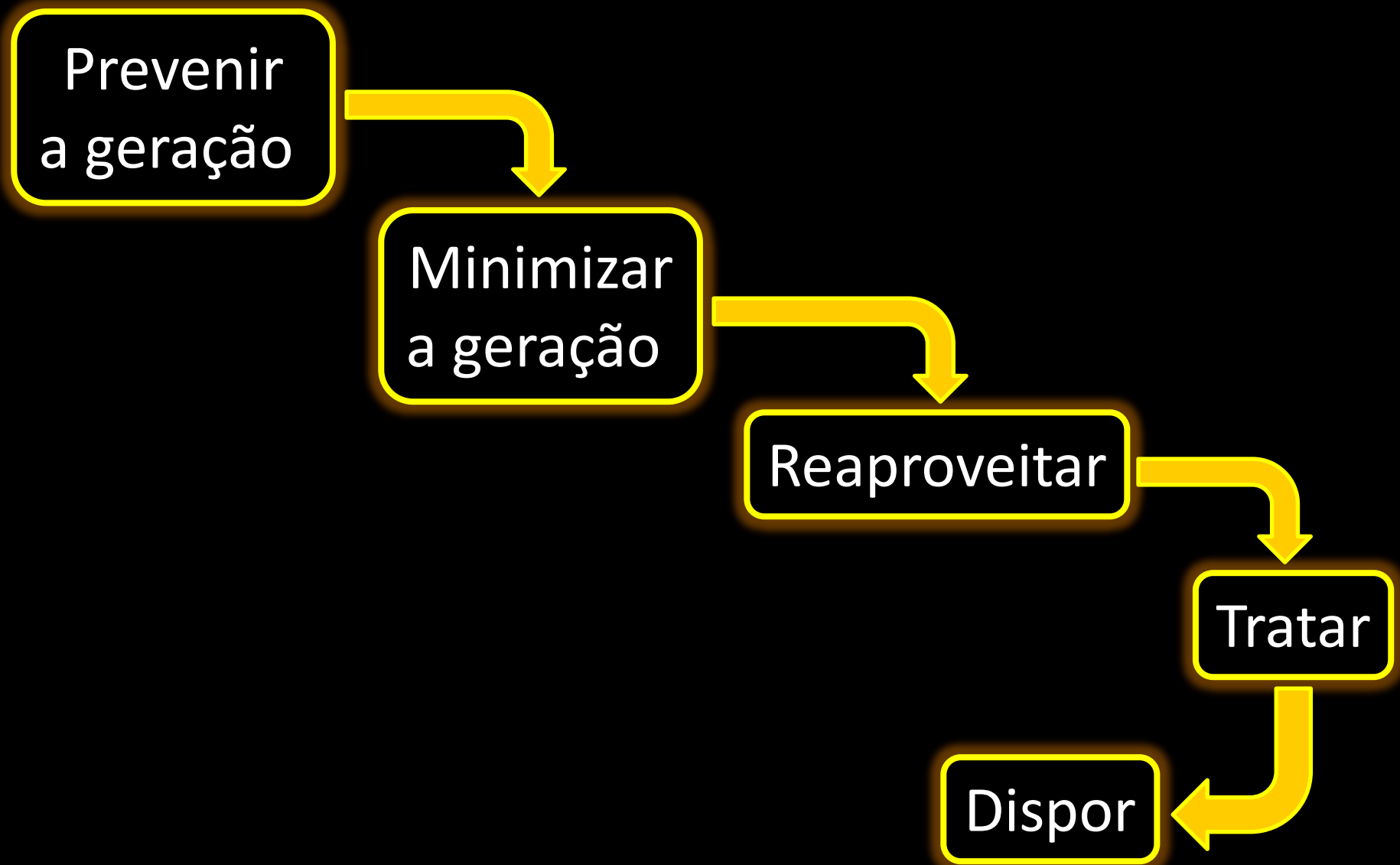
Procedência: Laboratório X

Responsável \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_



# Escala de prioridade



# 1. Prevenir a geração

- Modificar processos

**Determinação de mercúrio em solos ou sedimentos:** substituição da metodologia clássica da geração de vapor frio por outra baseada na pirólise direta da amostra sólida.

# 1. Prevenir a geração

- Substituir matérias-primas

**Medida de gás intersticial:** nessa análise pode ser usado dois agentes secantes, o perclorato de magnésio e o sulfato de cálcio.

# 1. Prevenir a geração

- Substituir matérias-primas

**Table 2. Hazard Identification**

Material	Purpose
N <sub>2</sub>	Carrier gas
MgClO <sub>4</sub>	Desiccant
Drierite	Desiccant
Standard (He) Sample	Standard



Irritante  
Oxidante  
Tóxico

# 1. Prevenir a geração

- Substituir matérias-primas/equipamentos

**Termômetros de mercúrio:** substituição por termômetros digitais.

**Solução sulfocrômica:** detergentes líquidos alcalinos.

# 1. Prevenir a geração

- Utilização de experimentos virtuais

O uso das tecnologias de comunicação, como os computadores.

<http://e-quimica.iq.unesp.br>

## 2. Minimizar a geração

- Reduzir a escala dos experimentos

Substituição do uso de buretas de 20 e 50 mL de capacidade nas praticas de laboratório por técnicas em microescala.

## 2. Minimizar a geração

- Reduzir a escala dos experimentos

Utilizar vidrarias com juntas de 14/20 do que 24/40 em experimentos de química orgânica.



## 2. Minimizar a geração

- Otimização da compra de reagentes

**UPF:** Reagentes não utilizados compuseram +/- 40% do total de resíduos gerados nos laboratórios de ensino de química.

# Banco de insumos químicos



# 3. Reaproveitar

- Reciclar (matérias-primas)



# 3. Reaproveitar

- Reciclar (matérias-primas)

Alumida utilizada em colunas cromatográficas: purificada por lavagens com acetona, seca e reutilizada.

# 3. Reaproveitar

- Recuperar (substâncias): principalmente solventes.

Universidade Estadual de Ponta Grossa – 2008/2009

Solvente	Volume (L)
Etanol	50
Xileno	36
Acetato de etila	15
Clorofórmio	6
Hexano	6
<b>Total</b>	<b>113</b>

# 3. Reaproveitar

## Universidade Estadual de Ponta Grossa - 2013

Solvente	Volume (L)
Etanol	76
Xileno	5
Acetato de etila	41
Clorofórmio	12
Hexano	14
<b>Total</b>	<b>148</b>

Economia de aproximadamente R\$ 4.000,00 aos cofres da universidade

# 3. Reaproveitar

## Universidade Estadual de Ponta Grossa - 2014

Solvente	Volume (L)
Etanol	45
Xileno	0
Acetato de etila	25
Clorofórmio	18
Hexano	0
<b>Total</b>	<b>88</b>

Economia de aproximadamente R\$ 2.600,00 aos cofres da universidade

# 3. Reaproveitar

Universidade Estadual de Ponta Grossa - 2015

Solvente

Volume (L)

Etanol

60





# 3. Reaproveitar



## 3. Reaproveitar

- Recuperar (substâncias): metais nobres com ouro, prata, platina.

**CENA/USP - Prata:** através subseqüentes precipitações químicas, produzindo-se o reagente óxido de prata, que é utilizado em um método de oxidação de S-orgânico a S-sulfato.

## 3. Reaproveitar

- Reutilizar (materiais, produtos)

**UFRGS:** reaproveitamento do enxofre sólido, produzido pelo setor de Química Geral, gerado em um experimento de Cinética Química.

## 3. Reaproveitar

- Reutilizar (materiais, produtos)

**UFRGS:** reaproveitamento de produtos obtidos em experimentos de Síntese Orgânica.

# 4. Tratar

- Processos Químicos
- Processos Físicos
- Processos Biológicos
- Processos Térmicos

# 4. Tratar

- Neutralização

Ácidos e bases de:

**Cátions**  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{K}^{+}$ ,  $\text{Li}^{+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^{+}$ ,  $(\text{NH}_4)^{+}$ ;

**Ânions:**  $(\text{CO}_3)^{2-}$ ,  $\text{Cl}^{-}$ ,  $\text{HSO}_3^{-}$ ,  $(\text{NO}_3)^{-}$ ,  $(\text{PO}_4)^{3-}$ ,  $(\text{SO}_4)^{2-}$ .

# Resíduos Orgânicos

- Alcoóis com menos de 5 carbonos
- Diois com menos de 8 carbonos
- Glicerol
- Açúcares (sacarose, glicose, frutose, amido, etc)
- Aldeídos alifáticos com menos de 7 carbonos
- Amidas -  $\text{RCONH}_2$  e  $\text{RCONHR}$  com menos de 5 carbonos e  $\text{RCONR}_2$  com menos de 11 carbonos
- Aminas alifáticas com menos de 7 carbonos
- Ácidos carboxílicos com menos de 6 carbonos e seus sais de  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Na}^+$  e  $\text{K}^+$
- Ésteres com menos de 5 carbonos
- Cetonas com menos de 6 carbonos

## 4. Tratar

- Precipitação

**Metais pesados:** estanho, mercúrio, cromo, chumbo, cádmio.



## 4. Tratar

- Oxidação: processos oxidativos avançados

Amostra	[ ] Inicial	[ ] Final	% Degradada
2AP	840 mg/L	110 mg/L	86,9
Formol	30 g/L	5 g/L	83,3
AM	200 mg/L	0,18 mg/L	99,9

# 4. Tratar

- Redução



**Bissulfito de sódio**



# 5. Dispor

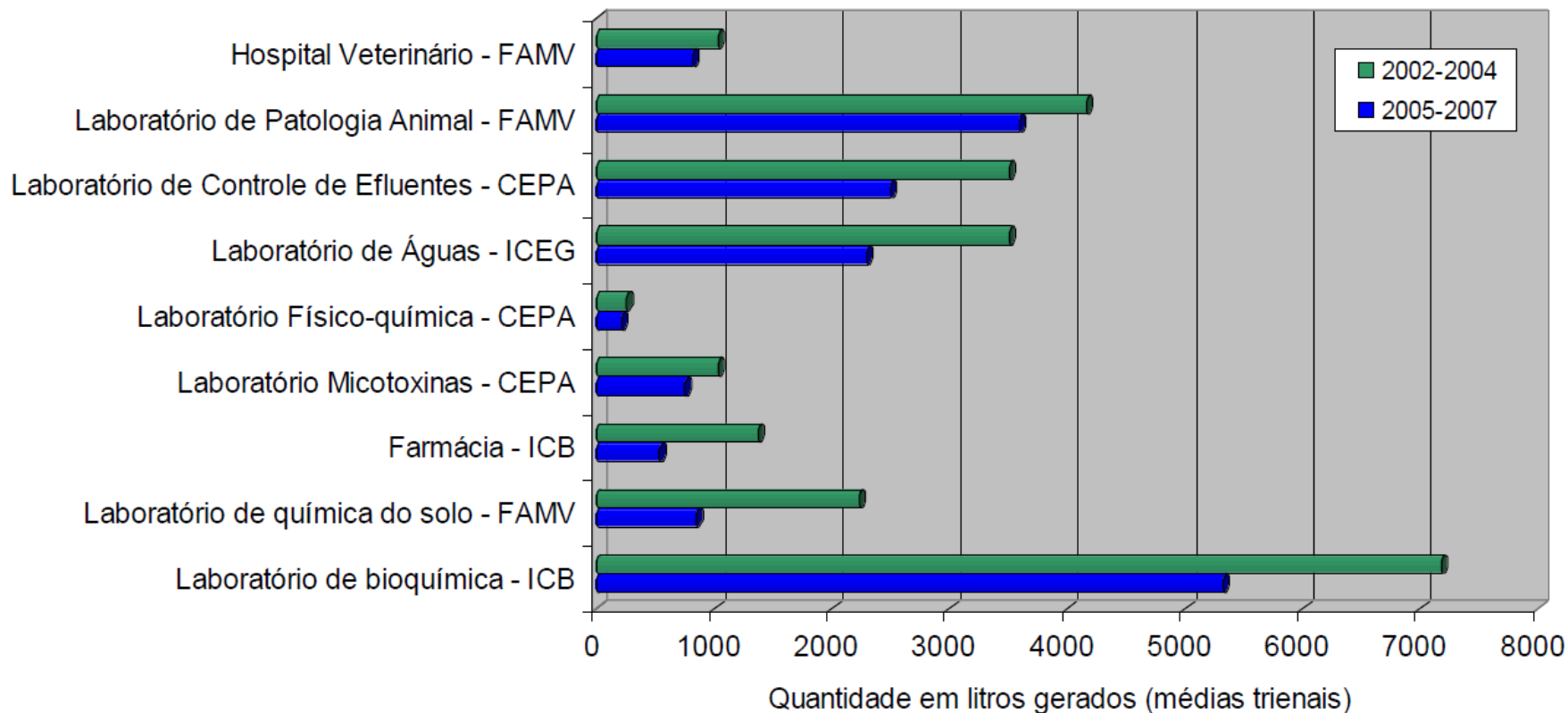
- Aterros industriais
- Incorporação à massa do cimento (co-processamento)
- Agregação em atividades da construção civil

# UFPR

- Incineração, coprocessamento e Aterro Classe I.
- **Quantidade:** 2,2 toneladas
- **Preço:** R\$ 7350,00

# UPF

Produção média trienal de resíduos líquidos nos diversos laboratórios da UPF  
(período: triênios de 2002-2004 e 2005-2007)



**Economia financeira de R\$ 42.042,00**

# CENA/USP

Tabela 2. Balanço de custos referente às estimativas de 1 ano de atividades do PGRQ-CENA/USP

Resíduos e Produtos	Quantidade	Procedimentos	Receita ou despesa (R\$) <sup>(1)</sup>
NH <sub>3</sub> aq	200.000 L	reuso na forma de (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> após reação com H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	- 20.530,00
NaOH	50.000 L	reuso na forma de NaOH na etapa de regeneração das resinas de troca iônica	+ 3.300,00
HCl	4.000 L	reuso na forma de HCl na etapa de regeneração das resinas de troca iônica	- 29,00
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	80.000 L	possibilidade de acondicionamento e reuso externo	+ 1.745,00
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	16.000 L	reuso na forma de (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> na produção de compostos enriquecidos <sup>15</sup> N	- 249,00
Solventes <sup>(2)</sup>	300 L	envio para incineração em uma prestadora de serviços	- 1.500,00
⋮			⋮
Água e energia <sup>(7)</sup>	8100 m <sup>3</sup> e 378 MWh	minimização dos desperdícios através de mudança metodológica	+ 84.000,00
		<i>Balanço Global</i>	+ 103.463,00

# Retrologistics® - Merck

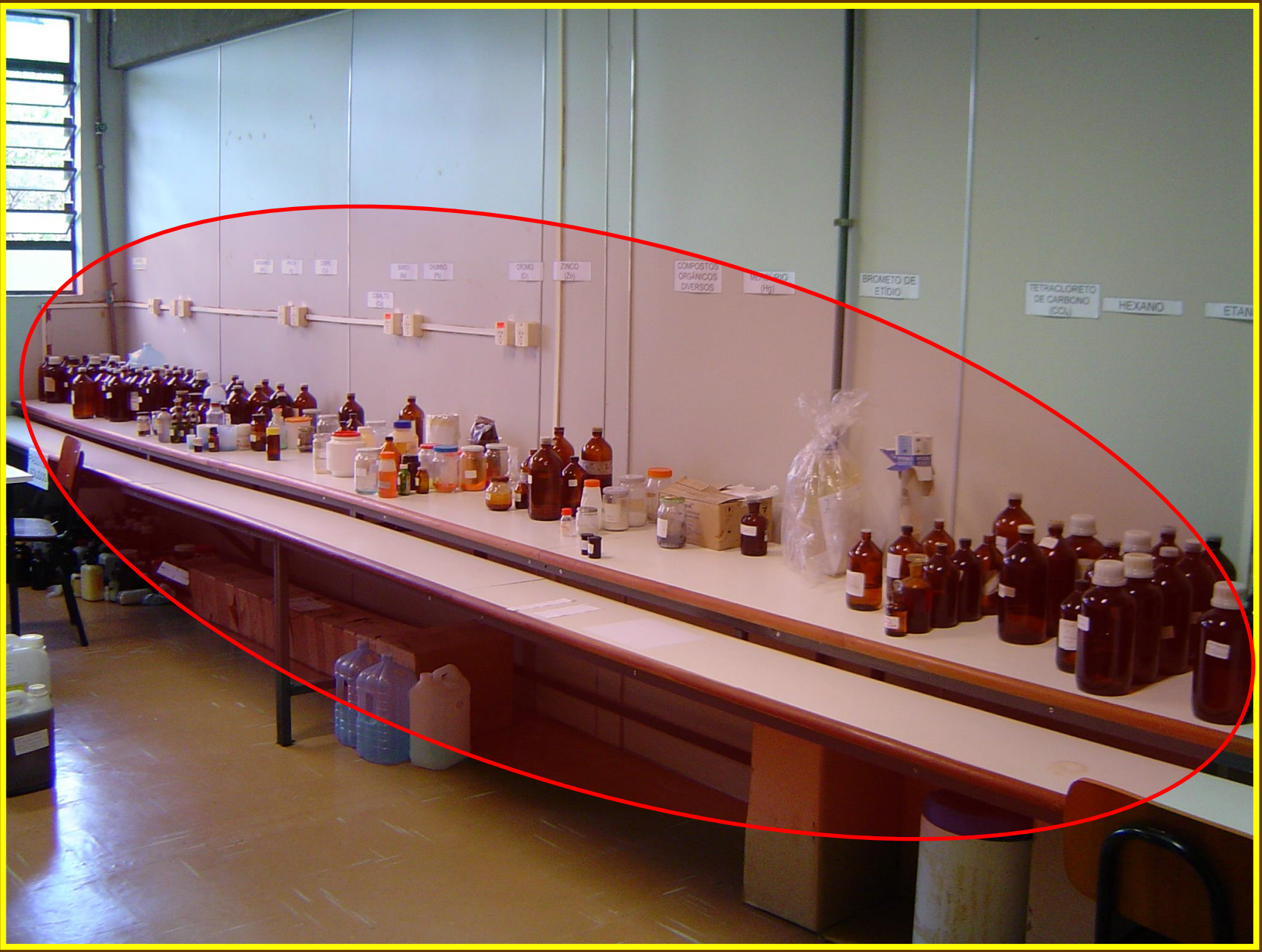


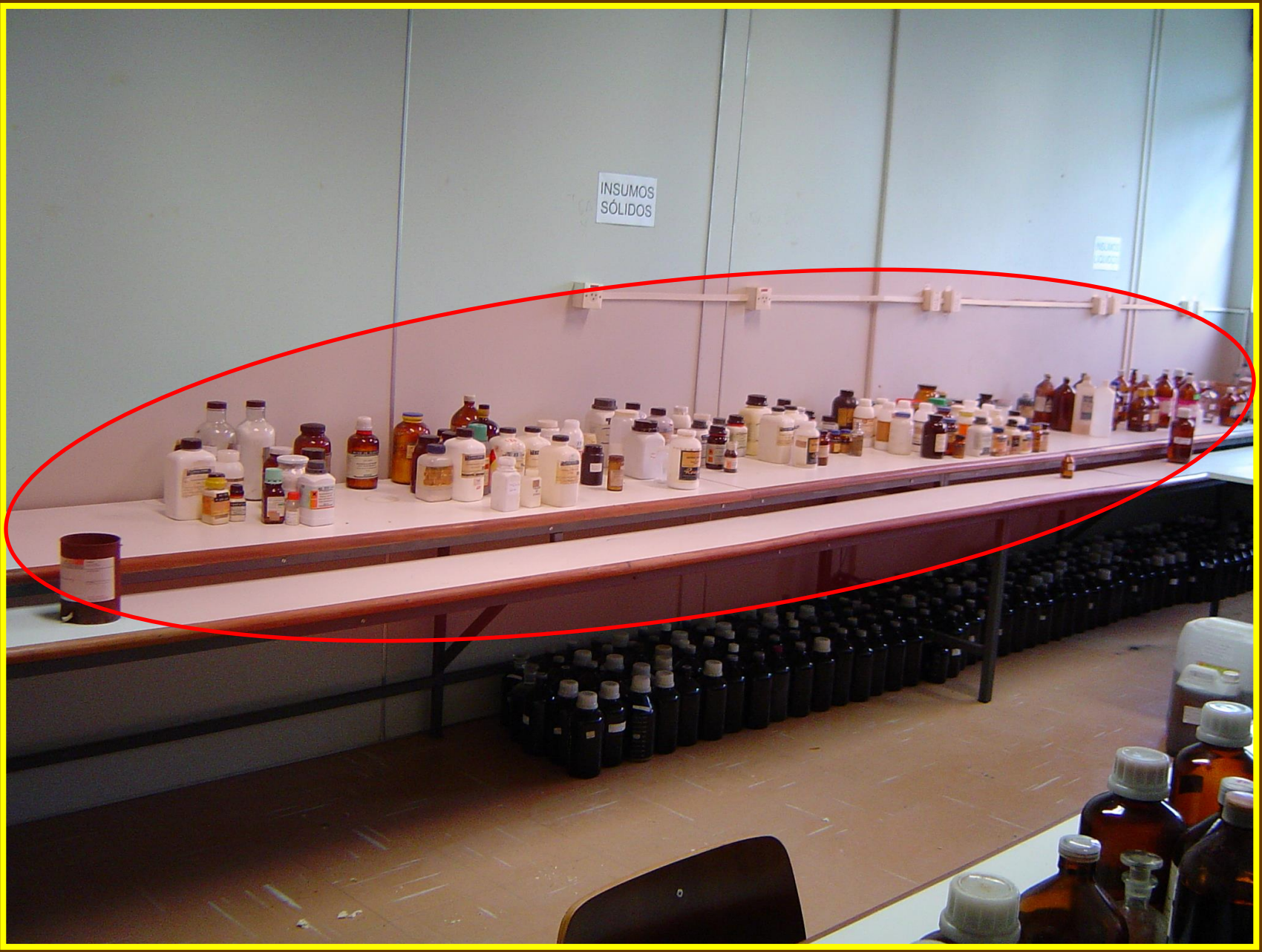
Retrologistik® from Merck makes possible the safe, simple, and environmentally responsible return of used products and packaging from external customers











INSUMOS  
SÓLIDOS





# Referências

- MISTURA, C.M. et al.; *CIATEC* 2010, 2, 1, p. 54-64.
- JOYCE, R.M.; *Science* 1984, 224, 4648, p. 449-452.
- TAVARES, G.A. & BENDASSOLLI, J.A.; *Quim. Nova* 2005, 28, 4, p. 732-738.
- NASCIMENTO, E. S. & FILHO, A. T.; *BJPS* 2010, 46, 2, p. 187-197.
- JARDIM, W. F. Gerenciamento de Resíduos Químicos. Campinas, LQA, Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP. Disponível em <http://lqa.iqm.unicamp.br/pdf/LivroCap11.PDF>.
- NOLASCO, F.R. et al.; *Eng. Sanit. Ambient.* 2006, 11, 2, p. 118-124.
- COURNOYER, M. E. et al.; *Chem. Health & Safety* 2005, Sep/Oct, p. 15-20.
- MARTIN, N. H. & WALDMAN, F. S.; *J. Chem. Educ.* 1994, 71, 11, p. 970-971.
- ALLEN, R. O.; *J. Chem. Educ.* 1983, 60, 3, p. 81-85.
- CARUBELLI, C. R. et al.; *12.º CONEX UEPG*. Disponível em <http://sites.uepg.br/conex/anais/artigos/115-1516-1-DR-mod.pdf>
- ALBERGUINI, L. B. A. et al.; *Quim. Nova* 2003, 26, 2, p. 291-295.
- AMARAL, S. T. et al.; *Quim. Nova* 2001, 24, 3, p. 419-423.
- ROSENBROCK, L. C. C. et al.; *7º Simp. Inter. de Geren. de Residuos em Universidades, 2015*.
- FOSTER, B. L. *Chem. Health & Safety* 2004, Sep/Oct, p. 06-13.
- CUNHA, C. J.; *Quim. Nova* 2001, 24, 3, p. 424-427.
- FOSTER, B. L. *Chem. Health & Safety* 2005, Sep/Oct, p. 21-25.
- GILONI-LIMA, P. C. & LIMA, V. A.; *Quim. Nova* 2008, 31, 6, p. 1595-1598.
- JARDIM, W. F.; *Quim. Nova* 1998, 21, 5, p. 671-673.

Obrigada