

## ***Avaliação dos riscos e problemas ambientais causados pela disposição incorreta de resíduos de laboratórios***

**RESUMO:** Resíduos de laboratório envolvem uma complexidade de compostos devido à variação dos serviços prestados por análises laboratoriais da área química. Nos serviços laboratoriais desta área são gerados subprodutos de composição variada que necessitam ser destinados de forma específica para que não ocorram riscos de impactos negativos no meio ambiente. Neste trabalho relatamos as principais características dos riscos ambientais destes resíduos, os estudos específicos que determinam parâmetros que avaliam os seus efeitos tóxicos, e até que ponto existe o risco deste problema ocorrer causando possíveis mudanças ambientais.

## ***Evaluation of the risks and environmental problems caused by the incorrect disposal of residues from laboratories***

**ABSTRACT:** Laboratory residues involve a complexity of compounds due to the variety of services provided by chemistry laboratory analyses. These analyses generate by-products of variable composition, which must be disposed in a correct method to not cause risks of negative impacts on the natural environment. This work reported the main characteristics of environmental risk of these residues, specific studies which establish evaluation parameters of their toxic effects, and the occurrence risk of incorrect disposal procedures causing environmental changes.

**Fábio Eduardo Penatti\***

**Solange Terezinha de Lima-Guimarães\*\***

\* Mestre em Geografia, Bioagri Saneantes.

\*\* Livre-docente em Interpretação e Valoração de paisagens. Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Depto. de Geografia, campus de Rio Claro (SP)

**Palavras-chave:** Resíduos; Riscos ambientais; Laboratórios; Impactos ambientais.

**Key-words:** Residues; Environmental Risks; Laboratories; Environmental Impacts.

## **Considerações Iniciais**

A poluição ambiental vem despertando, na sociedade, questionamentos e reflexões que envolvem diferentes aspectos da continuidade da vida na Terra, tornando-nos mais conscientes a respeito das mudanças e interferências que nossas ações provocam no meio ambiente. Entre os vários problemas criados pelos processos de interação do Homem com a Natureza, muitos provêm, direta e indiretamente, das demandas de consumo de bens materiais.

A disseminação do consumo de materiais industrializados acarreta como consequência, contextos relacionados à poluição e à deterioração ambiental, as quais apresentam causas e gradientes diversificados, em função da exploração/utilização de recursos naturais para a produção industrial.

Neste trabalho, analisamos alguns aspectos dos processos de poluição, pertinentes a três elementos naturais: ar, água e solo, tendo como destaque a poluição da água e a do solo, devido ao contato com altas concentrações de resíduos gerados por processos industriais, descarte e disposição incorreta de materiais obsoletos e fornecimentos de serviços, entre outras atividades laboratoriais.

## **Os laboratórios de análises clínicas e os seus aspectos ambientais**

De acordo com o manual de química experimental, elaborado por Chrispino (1997, p.7), “laboratório é um local selecionado que oferece condições para que o homem desenvolva uma experimentação científica para comprovar os conhecimentos expostos teoricamente”. Existem laboratórios com diversas funções na sociedade, e que se encontram nas três linhas principais de pesquisas científicas: exatas, biológicas e humanas. Nesses locais, são efetuadas atividades que exigem técnicas específicas de boas práticas e proteção à saúde do operador, para que os riscos presentes em tais processos não comprometam a sua integridade física e os resultados obtidos. Para a sociedade, os laboratórios exercem a função de buscar respostas e provas científicas que possibilitem melhorias para o bem-estar da população.

Quando nos voltamos aos estudos sobre os resíduos gerados em laboratórios de análises físico-químicas, consideramos ser a geração de resíduos um dos principais aspectos ambientais dessa atividade (SILVA; CARREIRA, 2003). Os subprodutos gerados pela maioria das análises físico-químicas, que necessitam diluir as substâncias-teste com algum tipo de solvente, são encontrados no estado físico líquido, com as mais complexas composições químicas. Esses mesmos subprodutos, que também podem ser chamados de resíduos líquidos de laboratório, são classificados como resíduos perigosos de classe I, segundo a NBR 10004, que define a classificação de resíduos sólidos, elaborada com base no Regulamento Técnico Federal Norte-Americano – Code of Federal Regulation (CFR) – title 40 – Protection of environmental – Part 260-265 – Hazardous waste management. (ABNT, 2004a).

Portanto, de acordo com essas considerações, os riscos ambientais de tais atividades devem ser detectados, monitorados e controlados através de ações preventivas e corretivas, para que os impactos adversos efetivos no ambiente dos corpos hídricos e nos solos sejam prevenidos ou, pelo menos, reduzidos. Normalmente, como forma de controle desses riscos,

são desenvolvidos levantamentos e mapeamentos dos aspectos ambientais das áreas em análise, visando o planejamento do Sistema de Gestão ambiental (SGA), principalmente quando se verificam índices de probabilidade significativa quanto à ocorrência de impactos negativos sobre o meio ambiente (ABNT, 2004b).

### ***A natureza dos riscos relacionados aos resíduos de laboratórios***

O 'risco' pode ser considerado como uma categoria de análise associada a níveis de incerteza, exposição ao perigo, perda e prejuízos materiais, econômicos e humanos, em função de processos de ordem natural ou associados ao trabalho e às relações humanas (CASTRO; PEIXOTO; RIO, 2005, p. 12). Tais riscos envolvem, também, estudos voltados à interação desses agentes com a sociedade, ou seja, sobre os graus de vulnerabilidades e sensibilidades que uma dada sociedade apresenta, bem como seus graus de capacidade de resiliência diante desses cenários ambientais. (MATOS; LIMA-GUIMARÃES, 2008; DAGNINO e CARPI Jr., 2007; CASTRO, PEIXOTO; RIO, 2005).

Smith (2001) considera que as sociedades, diretamente expostas às áreas afetadas, possuem uma determinada sensibilidade combinada com a exposição física do perigo potencial, oscilando de acordo com a variabilidade das condições geográficas do local; considera, também, que, além dessa sensibilidade humana, existe o fator vulnerabilidade, que reflete a tolerância social e econômica do local, frente às consequências do evento.

Dentre as várias conceituações e classificações de riscos – risco natural, risco tecnológico, risco social, entre outros – já estudadas, podemos destacar duas principais que envolvem diretamente o problema abordado sobre a geração de resíduos de laboratórios, a partir de insumos e amostras processadas em análises químicas e seus potenciais impactos ambientais adversos. A primeira é referente ao risco tecnológico, por englobar três fatores interdependentes: (1) o processo de produção, que abrange, principalmente, recursos, técnicas, equipamentos, maquinários; (2) o processo de trabalho; (3) a condição humana, que inter-relaciona a existência individual, coletiva e o meio ambiente. A segunda pode ser considerada como base para análise do problema abordado, ou seja, como risco produtivo, por este ser relacionado às atividades econômicas e não econômicas, sendo conduzido a partir de informações a respeito dos focos e das formas de produção. Essas duas formas de riscos estão diretamente ligadas ao manejo incorreto de resíduos químicos provenientes de laboratórios de análises e pesquisas, muito embora os laboratórios adotem técnicas diferenciadas de produção de dados, como equipamentos específicos e mão-de-obra altamente especializada.

### ***As características dos riscos envolvendo o contato dos resíduos de laboratório em diferentes escalas espaciais***

Ao tratarmos a questão dos riscos potenciais ou perigos ambientais causados pelo manejo incorreto de resíduos químicos sob a ótica da Geografia, este estudo revela uma importante via de investigação. O envolvimento das escalas espaciais no dimensionamento da abrangência do risco potencial ou efetivo resulta na possibilidade de avaliar, mensurar e

quantificar os níveis e as dimensões dos impactos ambientais em caso de acidentes, ou, até mesmo, a possibilidade de qualificar os índices de interação dos agentes de contato com o ambiente exposto.

A relevância desses estudos de natureza interdisciplinar se apresenta, especialmente, por considerarmos que os resíduos químicos provenientes de laboratório de análises e pesquisas possuem características e graus específicos de periculosidades para o ser humano e para o meio ambiente, assim como normas específicas para o seu manuseio (ZANCANARO, 2002). Portanto, para a área geográfica, os estudos com essa preocupação ambiental podem ser relacionados com a expansão desse setor de serviços, nas últimas décadas, tendo, como consequência, um aumento da geração desta categoria de resíduo.

Dentre as várias conceituações e classificações de riscos já citadas, destacamos o risco tecnológico, por correlacionar com as atividades laboratoriais, devido à necessidade da renovação permanente das tecnologias empregadas, com a adoção de equipamentos mais precisos em suas medições, assim como atualização contínua das técnicas empregadas para a aquisição de dados. Dentre os serviços oferecidos por laboratórios de análises e pesquisa, consideramos que o produto final de comercialização são os dados de medição adquiridos e compilados em um relatório; classificamos, portanto, o risco dessa produção de forma escalar, por depender diretamente do volume de trabalho solicitado, desenvolvendo, assim, laços econômicos com clientes, ao estabelecer uma rede de vínculos entre fornecedores, clientes e os prestadores de serviços.

A partir desses conceitos, além de considerarmos que os riscos referentes às atividades laboratoriais estão englobados no grupo dos tecnológicos e de processos produtivos, podemos relacioná-los, também, à classificação de riscos ecotóxicos, devido às características dos resíduos gerados, à sua forma de produção e às suas técnicas de manejo (RIVIÈRE, 2000).

Portanto, os riscos pertencentes à classe da produção industrial, os quais englobam atividades laboratoriais de análises químicas, são potencialmente prejudiciais ao meio natural, podendo interferir de forma direta e/ou indireta nos níveis de qualidade ambiental dos ecossistemas correlacionados. Classificada como uma forma de atividade humana que contribui para o comércio de produtos industriais, as análises laboratoriais substituem e alteram os fluxos e os compostos físico-químicos naturais, como a água e o solo, por substâncias sintéticas utilizadas em tais atividades. Essas alterações na natureza são comprovadas através de modelos computacionais que simulam cenários espaciais e temporais, concernentes à capacidade de suporte ambiental através, por exemplo, do contato ou do fluxo de poluentes químicos na Natureza, criados por Kasperson (1995), em seu estudo sobre regiões de risco.

### ***O estudo dos riscos, o ambiente natural e o descarte incorreto dos compostos químicos***

A periculosidade dos produtos químicos, de acordo com a frequência de sua utilização, é o fator que vai estabelecer a escala de risco ambiental proporcionada, assim como o seu grau de toxicidade e reatividade, relacionado às diversas condições geográficas encontradas no meio ambiente. Difícilmente, podemos estabelecer uma regra geral de segurança para o manuseio dos produtos químicos, pois existe uma quantidade bastante variada de produtos

diferentes, e o grau de segurança depende de fatores como intensidade e magnitude de uso (FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ, 200\_).

Ao final de cada processo de análise laboratorial – envolvendo o uso de soluções contendo, por exemplo, solventes orgânicos, ácidos, bases, sais e substâncias-teste com características orgânicas – temos uma classificação de resíduo específico mas de difícil caracterização, devido à variedade de uso das concentrações das soluções, dos compostos usados e na infinidade de moléculas analisadas. Consideramos, portanto, que os resíduos gerados em laboratórios são de características complexas, porém, gerados em baixa escala. Gerbase (2005), em seu trabalho sobre gerenciamento de resíduos de laboratório, afirma que tais resíduos, resultantes de subprodutos de análises químicas, diferenciam-se daqueles gerados em unidades industriais devido a essa diversidade na sua composição.

Ao tratarmos de análises dos potenciais impactos ambientais gerados pela composição dos resíduos de laboratório e as demais moléculas neles misturadas, existe uma linha da ciência que estuda exatamente as respostas dessa interação, assim como as dosagens que podem ser caracterizadas por causar algum dano ambiental. A ecotoxicologia estuda as ações e os efeitos nocivos de agentes físicos e químicos em contato com o meio ambiente e com os constituintes vivos do ecossistema, em organismos representativos dos ambientes aquáticos e terrestres, através do conhecimento da toxicidade das substâncias químicas e da sua relação risco-segurança (SÃO PAULO, 2003).

Para uma melhor avaliação de seus efeitos, são realizados estudos sobre as diversas características dos impactos desses agentes tóxicos sobre a vida nos ambientes por eles atingidos, através de ensaios *in loco* ou em condições laboratoriais que avaliam a sua toxicidade, frente a uma resposta biológica, determinando a concentração responsável pelo efeito tóxico. Geralmente, os testes são realizados em organismos característicos e nativos de um determinado ambiente natural, relacionados a espécies de cada nível trófico, como algas, microcrustáceos, peixes e minhocas, chamados sistemas-teste (SÃO PAULO, 2003; BRASIL, 2005).

Ao compilarmos em um quadro as informações dos principais produtos utilizados em análises químicas com dados presentes, de acordo com suas Fichas de Informações de Segurança de Produtos Químicos (FISPQs), podemos analisar e avaliar quais produtos são considerados mais tóxicos, ao entrarem em contato com o meio ambiente aquático. Assim, os solventes orgânicos, por se constituírem o grupo de produtos químicos mais utilizados nos laboratórios estudados, servindo para a diluição de amostras, apresentam conseqüentemente, uma concentração maior, relacionada aos compostos químicos descartados. Essas informações são retiradas dos dados ecotoxicológicos oferecidos a partir dos parâmetros da Concentração Letal Cinquenta ( $CL_{50}$ ), Concentração Letal Mínima (CLLo) e Limite de toxicidade-Teste de Inibição da Multiplicação Celular (L. Tox-T.I.M.V.C), dependendo da disponibilidade dos dados nestas fichas (SÃO PAULO, 2003).

De acordo com o quadro 1, constatamos que o solvente tolueno é potencialmente o mais impactante ao ambiente aquático que contém peixes da espécie *Lepomis macrochirus*, como sistema-teste. Com a exposição a uma concentração de 24 g/L, alguns peixes podem apresentar mortalidade ou moribundidade em 24 horas. Outro sistema-teste analisado foi a alga da espécie *Microcystis aeruginosa*, em que o solvente considerado mais tóxico foi o formaldeído, devido ao seu poder de inibir a multiplicação celular dessas algas na concentração de 0,39 mg/L.

Alguns outros solventes, também utilizados com mais frequência, foram avaliados quanto aos seus efeitos tóxicos, de acordo com as mesmas diretrizes de exposição e com os

mesmos sistemas-teste, como a acetona, que oferece riscos aos peixes na concentração de 6100 mg/L e às algas com 530 mg/L, e o álcool etílico, que somente na concentração de 7000 mg/L oferece riscos à espécie de peixes *Semolitus atromaculatus* e com 1.450 mg/L às algas. Por essas informações, podemos considerar somente a toxicidade de alguns produtos nos meios mais representativos, em testes de laboratório; obviamente, no entanto, não podemos estabelecer o impacto real em ecossistemas aquáticos, em caso de contatos acidentais com esses produtos, pois é muito difícil simular tais testes, devido à imensa variedade de mecanismos de respostas que o meio natural oferece para esse tipo de contato.

Produto	Valor da CL <sub>50</sub> em peixes	Valor do Limite de toxicidade em algas**
Acetona	6100 mg/L*	530 mg/L
Tolueno	24,0 mg/L*	105 mg/L
Clorofórmio	102 ppm (14 dias)	185 mg/L
Diclorometano	294 ppm <i>Poecilia reticulata</i> (14 dias)	Dosagem Letal = 125 mg/kg <i>Scenedesmus</i> SP
Álcool Etilíco	> 7.000 ppm <i>Semolitus atromaculatus</i> (24 h)	1.450 mg/L
Benzeno	36,6 mg/L em 24h ( <i>Lebistes reticulatus</i> )	1.400 mg/L
Álcool Etilíco	> 7.000 ppm <i>Semolitus atromaculatus</i> (24 h)	1.450 mg/L

\* toxicidade em peixes da espécie *Lepomis macrochirus* em uma exposição de 24 horas.

\*\* limite da toxicidade em algas da espécie *Microcystis aeruginosa*.

\*\*\* Fonte: Ficha de Informação de Segurança de Produtos Químicos – Labsynth teste em organismos aquáticos em geral.

**Quadro 2** - Valores ecotoxicológicos absolutos com testes em peixes e em algas.

Fonte: SÃO PAULO. Secretaria do Meio Ambiente. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB, 2003. Adaptado por Fábio E. Penatti, fevereiro, 2009.

Devido à complexidade dos compostos dos resíduos líquidos de laboratórios e da variabilidade contínua dessa composição, dificilmente se pode estabelecer uma dosagem mínima padrão das concentrações permitidas para o lançamento in natura em corpos de água. Portanto, para avaliar qual o nível de toxicidade das composições oriundas das análises de laboratórios contendo solventes orgânicos e demais moléculas, é necessário obter um conhecimento prévio dos principais produtos que originaram, ou que fazem parte em maior concentração desses resíduos. Isto é possível através de dados informados, geralmente, pelo fornecedor dos produtos, ou presentes nas fichas de segurança desses mesmos produtos. Assim, podemos inferir as perspectivas de risco ao meio ambiente aquático, através dos efeitos ambientais já conhecidos e causados pelos produtos originais concentrados.

### ***Principais problemas ambientais decorrentes do contato dos resíduos químicos***

Os elementos naturais presentes no meio ambiente, sem nenhuma forma de intervenção antrópica, interagem através de uma influência areal por meio dos fluxos de energia e da matéria, formando os sistemas ambientais físicos ou os geossistemas. (CHRISTOFOLETTI, 1995). Portanto, falhas em um sistema de produção industrial, fluxos de matérias de origem antrópica ou demais atividades potencialmente causadoras de mudanças ambientais são

caracterizadas como fatores exponenciais para modificar a organização espacial dos componentes físicos ambientais, como o clima, morfologia, vegetação, solo, água, etc. (CHRISTOFOLETTI, 1995).

Ao entendermos que no meio ambiente há presença de elementos naturais ou antrópicos, tanto em macro como em microescala, todos os fenômenos decorrentes da atuação da sociedade nessas escalas acarretam algum tipo de impacto ambiental direto ou indireto em seus elementos constitucionais. Então, tem-se que, se atividades econômicas voltadas para o bem-estar humano não forem controladas, possivelmente muitos ambientes estarão sujeitos a sofrer mudanças expressivas nas condições de fornecimento dos recursos naturais existentes e necessários para atender às demandas diferenciadas dos vários grupos de população humana, em decorrência dos próprios impactos negativos causados por tais atividades.

Os serviços oferecidos pelas atividades laboratoriais são de pequena expressão quanto à ocupação do espaço e uso do solo. Quando comparamos essa forma de produtividade com a indústria, podemos considerar que a pressão de suas instalações sobre o meio ambiente é mínima, comparada aos aspectos ambientais abrangidos por grandes empreendimentos industriais. Entretanto, o marco diferencial é que nesses ambientes é comum o manuseio de substâncias consideradas perigosas à saúde humana e ao meio ambiente. Assim, mesmo que apresentem uma baixa geração de resíduos, o fato de serem descartados por longos períodos em locais impróprios, sem tratamento, e numa quantidade em ascensão, inevitavelmente leva à ocorrência de impactos adversos preocupantes, nos dois principais componentes ambientais expostos, conforme as características dos mesmos (sólidos ou líquidos) – solo e água.

De acordo com a estrutura da composição das camadas, ou horizontes do solo, observamos que, na ocorrência de derrames de resíduos líquidos de laboratório, são essas superfícies as primeiras a serem impactadas. Após certo período de exposição e de contato, os compostos infiltram-se verticalmente entre as partículas sólidas, agregadas, do solo, até atingirem o lençol freático. Esse fato somente é possível devido ao solo ser um corpo natural, sintetizado em forma de perfil, por uma mistura de minerais divididos em pedaços e desintegrados, com matéria orgânica em decomposição (BRADY, 1976). Portanto, as próprias características físicas de agregação e formação das partículas do solo condicionam as partes mais úmidas a serem lixiviadas para as regiões mais profundas da superfície.

No ambiente aquático, temos duas formas de distribuição das águas: a superficial e a subsuperficial ou subterrânea. A superficial encontra-se na forma de cursos fluviais, como rios, corredeiras, ou armazenadas em grandes tanques naturais ou artificiais, conhecidos como lagos ou lagoas. À medida que a água se aprofunda, são formadas zonas de saturação (BAIRD, 2002). Para Canter (1996), a poluição das águas superficiais pode ser evidenciada pelo escoamento de concentrações excessivas de substâncias específicas, por um período de tempo, com reconhecidos efeitos negativos para a qualidade da água. Fatos decorrentes de más condutas e práticas associadas à destinação incorreta dos resíduos líquidos, gerados em laboratórios, transformam essas atividades em fontes poluentes dos recursos hídricos, quando verificamos sua presença em áreas superficiais, rios e lagos, ou subterrâneas, como em lençóis freáticos ou aquíferos.

Devido aos grandes problemas decorrentes de acidentes e exposição do solo e da água aos agentes químicos poluidores, foram desenvolvidos estudos e pesquisas nas mais variadas áreas do conhecimento técnico-científico, sobre as concentrações limites de descargas de substâncias químicas diretamente nesses ambientes. A necessidade da definição de parâmetros de descarte se deve ao fato de que a maior exposição humana a tais

fatores leva a problemas de saúde em função da ingestão de água ou alimentos contaminados por resíduos nos solos, água superficial ou subterrânea (CANTER, 1996).

No Brasil, o Ministério do Meio Ambiente (MMA), através do seu órgão regulamentador, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), estabeleceu os parâmetros de concentrações aceitáveis para descarga de efluentes em corpos de água, de acordo com as classes de contaminantes, pela Resolução CONAMA n. 357, de 17 de março de 2005, alterada pela CONAMA n.397 de 03 de abril de 2008. No artigo 24 dessa última resolução, são definidos os efluentes que podem ser lançados de forma direta, ao serem escoados diretamente em algum receptor de corpos de água, a exemplo de rios, lagos, mares etc., ou indiretamente, quando, antes de escoarem para um corpo de água, atingem outro meio, como o solo.

Os ambientes aquáticos, assim como os solos, estão em constantes interações com as atividades humanas. Diante do fato, todo processo final de produção ou descarte de materiais obsoletados pelas sociedades, inevitavelmente, gera algum tipo de composto que entra em contato direto com a água ou com o solo e esses dois ambientes são os principais meios de difusão dos resíduos líquidos provenientes de atividades industriais ou de prestação de serviços, como no caso de laboratórios da área química e, independentemente dos motivos pelos quais os serviços são prestados, os resíduos são gerados. Desse modo, se não forem manejados de maneira segura e tratados de forma adequada, poderão causar impactos primários e secundários negativos, que resultarão em condições reversíveis ou não, considerando, ainda, as dimensões naturais e sociais, relativas à vulnerabilidade ambiental, de acordo com a sua concentração, em um tempo muito curto de exposição.

### ***Considerações finais***

Quando passamos a compreender os laboratórios em geral, como locais que possuem um conjunto de funções muito importantes para a sociedade, não mais os restringimos, em termos de suas atribuições. Ao ampliarmos nossa percepção a seu respeito, observamos o fato de que nesses ambientes não só existem instrumentos específicos, visando mensurações qualitativas e quantitativas, ou testes relativos a produtos em uma microescala, mas que essas análises possibilitam a utilização de produtos em uma macroescala, pela sociedade, assim como também permitem a projeção de cenários ambientais, por exemplo. Especificamente, os laboratórios da área química, como vimos, utilizam grande diversidade de produtos em suas análises e pesquisas, resultando na geração de resíduos de composição complexa e extremamente variada. Relacionado a essa complexidade, os riscos ambientais se alinham com a grande variedade de composições dos subprodutos formados por tais atividades, mesmo quando não é possível ainda obter uma resposta mais precisa sobre quais impactos, realmente, esses resíduos podem causar, quando em contato direto com corpos de água e solo, devido à falta de investigações científicas específicas para esse ramo da ciência ambiental.

Em nosso estudo, podemos mostrar que, para a conservação dos solos e ambientes aquáticos, é importante considerar que, caso o manuseio, armazenamento e transporte dos produtos químicos estudados não sejam efetuados de forma a cumprir protocolos criteriosos de segurança, e de acordo com os riscos relacionados às características toxicológicas de cada produto, as possibilidades de ocorrência de vazamentos ou demais acidentes são muito



grandes, devido à variação dos compostos dos resíduos gerados. Portanto, além da possibilidade da interação desses produtos com os solos ou ambientes aquáticos, também existe o problema de tal interação causar um impacto ambiental significativo no meio atingido, gerando efeitos adversos, e, conseqüentemente, alterações nas suas condições naturais e na manutenção dos níveis de equilíbrio ecológico.

Deste modo, os laboratórios devem manter um controle específico dos seus resíduos, através de um plano de gerenciamento detalhado e embasado nas legislações ambientais e manuais técnicos qualificados, tanto de origem nacional quanto internacional, mesmo que não sejam específicos para essa categoria de atividade, tendo em vista que, caso ocorram mudanças na rotina de trabalho do setor, ou possível aumento do seu volume de serviços, exista uma estrutura segura para a prevenção e minimização de possíveis ameaças ao meio ambiente, principalmente no que tange à conservação dos recursos naturais, em especial, nos solos e corpos de água.

## Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 10004**: Resíduos Sólidos. Rio de Janeiro, 2004a.

BRADY, B. **Natureza e propriedade dos solos**. 4.ed. Tradução de A. B. N. Figueiredo Filho. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1976.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. **Resolução 397 de 03 de abril de 2008**. Brasília: MMA, 2008. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 13 mai. 2010.

\_\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. **Resolução 357 de 17 de março de 2005**. Brasília: MMA, 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 11 set. 2005.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **RDC 306, de 7 de dezembro de 2004**. Brasília: ANVISA, 2004. Disponível em: <http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=13554>. Acesso em: 15 jan. 2005.

CANTER, L. W. **Environmental impact assessment**. 2.ed. New York: McGraw-Hill, 1996.

CASTRO, C.M.; PEIXOTO, M.N.O.; RIO, G.A.P. Riscos ambientais e geografia: conceituações, abordagens e escalas. **Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ**, Rio de Janeiro, v.28, n.2, p.11-30, 2005.

CHRISPINO, A. **Manual de química experimental**. 2. ed. São Paulo: Ática, 1994.

CHRISTOFOLETTI, A. “A geografia física no estudo das mudanças ambientais”. In: \_\_\_\_\_. (Org.). **Geografia e meio ambiente no Brasil**. São Paulo: Hucitec, 1995, p. 334-345.

DAGNINO, R. S.; CARPI Jr, S. “Risco ambiental: conceitos e aplicações”. **CLIMEP - Climatologia e Estudos da Paisagem**, Rio Claro, v.2, n.2, p.50-87, jul- dez. 2007. Disponível em: <<http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/climatologia/article/view/1026/958>>. Acesso em: 10 jan.2008.

FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ. **Risco químico**. Disponível em: <<http://www.biossegurancahospitalar.com.br/files/riscoQuimico.doc>>. [s.l]: [s.n.], [200\_]. Acesso em: 12 set. 2008.

GERBASE, A. E. Gerenciamento de resíduos químicos em instituições de ensino e pesquisa. **Química Nova**, São Paulo, v. 28, n. 1, Jan-Fev, 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.org/php/index.php>>. Acesso em: 05 jan. 2006.

KASPERSON, J. X. et al. **Regions at risk: comparisons of threatened environments**. Tokyo: The United Nations University, 1995.

MATOS, M. P.; GUIMARÃES, S. T. L. A sensibilidade do lugar: uma proposta metodológica de aplicação da percepção ambiental na gestão da zona costeira em áreas urbanas. **OLAM: Ciência e Tecnologia**, Rio Claro, n.3, v.8, p.195-214, 2008. Disponível em: <<http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/olam/article/view/2150/2005>>. Acesso em: 23 set.2010.

PARANÁ (Estado). Secretaria do Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Instituto Ambiental do Paraná. Portaria nº 19, de 10 de fevereiro de 2006. Disponível em: <[http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/iap/portaria\\_019\\_2006.pdf](http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/iap/portaria_019_2006.pdf)>. Acesso em: 26 jan. 2009.

PENATTI, F. E. **Gerenciamento de resíduos como instrumento de gestão ambiental em laboratórios de análises e pesquisa**, 2009. 253 f. Dissertação (Mestrado em Organização do Espaço). Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2009.

RIO DE JANEIRO (Estado). Lei 3239, de 02 de agosto de 1999. Institui a política estadual de Recursos Hídricos. Disponível em: <[http://www.serla.rj.gov.br/l\\_estadual/lei3239.asp](http://www.serla.rj.gov.br/l_estadual/lei3239.asp)>. Acesso em: 26 jan. 2009.

RIVIÈRE, J. L. **Ecological risk evaluation of polluted soils**. Tradução de L. Anatharaman. Rotterdam: A. A. Balkema, 2000.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB. **Manual de produtos químicos**. São Paulo: CETESB, 2003. Disponível em: <[http://www.cetesb.sp.gov.br/Emergencia/produtos/g\\_tecnico.pdf](http://www.cetesb.sp.gov.br/Emergencia/produtos/g_tecnico.pdf)>. Acesso em: 12 set. 2008.

SÃO PAULO (Estado). Lei 8.468 de 8 de dezembro de 1976. Dispõe sobre a Prevenção e o Controle da Poluição do Meio Ambiente. São Paulo: SEMA, 1976. Disponível em: <[http://www.cetesb.sp.gov.br/licenciamentoo/legislacao/estadual/decretos/1976\\_Dec\\_Est\\_8468.pdf](http://www.cetesb.sp.gov.br/licenciamentoo/legislacao/estadual/decretos/1976_Dec_Est_8468.pdf)>. Acesso em: 05 jan. 2007.

SILVA, P. C.; CARREIRA, W. **Curso de gerenciamento de resíduos para laboratório**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás, 2003.

SISINO, C. L. S.; OLIVEIRA, R. M. "Impacto ambiental dos grandes depósitos de resíduos urbanos e industriais". In: SISINO, C. L. S. (org.) **Resíduos sólidos, ambiente e saúde: uma visão multidisciplinar**. 1. reimpressão. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 2000. p. 59- 78.

SMITH, K. **Environmental hazards: assessing risk and reducing disaster**.3.ed. New York: Routledge, 2001.

## Correspondência

**Solange Terezinha de Lima-Guimarães**– caixa postal 71. Cep 13500-970. Rio Claro -SP. Brasil.

**E- mail:** hadra@olam.com.br

Recebido em 22 de novembro de 2010

Aprovado em 09 de março de 2011