

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Campus de Rio Claro

GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS COMO INSTRUMENTO DE
GESTÃO AMBIENTAL EM LABORATÓRIOS DE ANÁLISES E
PESQUISA DA ÁREA QUÍMICA

FÁBIO EDUARDO PENATTI

Orientador: Solange T. L. Guimarães

Dissertação de Mestrado elaborada junto ao
Programa de Pós-Graduações em Geografia. Área
de concentração em Organização do Espaço para
obtenção do título de Mestre em Geografia.

Rio Claro (SP)

2009

604.6 Penatti, Fábio Eduardo
P397g Gerenciamento de resíduos como instrumento de gestão ambiental em laboratórios de análises e pesquisa da área química / Fábio Eduardo Penatti. - Rio Claro : [s.n.], 2009
232 f. : il., figs., tabs., quadros, fluxogramas

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Orientador: Solange T. de Lima Guimarães

1. Resíduos. 2. Meio ambiente. 3. Impactos ambientais. 5. Recursos naturais. 6. Indicadores. I. Título

Ficha Catalográfica elaborada pela STATI - Biblioteca da UNESP
Campus de Rio Claro/SP

Comissão Examinadora

01. Prof(a). Dr(a). .Solange T. de Lima Guimarães [IGCE-UNESP]
02. Prof(a). Dr(a). ..Paulo Roberto T. Godoy [IGCE-UNESP]
03. Prof(a). Dr(a). Valdir Schalch [EESC-USP, São Carlos]

Aluno: Fábio Eduardo Penatti

Rio Claro, 30 de Outubro de 2009

Resultado: *APROVADO*

AGRADECIMENTOS

“Para que os seus corações sejam consolados, e estejam unidos em amor, e enriquecidos da plenitude da inteligência, para conhecimento do mistério de Deus e Pai, e de Cristo, Em quem estão escondidos todos os tesouros da sabedoria e da ciência.”. (Cl 2:2-3)

A Deus, detentor de todo entendimento e Grande Criador do Universo.

Minha querida esposa Melly, por ter dividido comigo todas as emoções desta etapa da minha vida.

Ao meu filho Eduardo, onde aprendo diariamente as novas faces do amor.

Minha querida orientadora Sol, em me estimular, corrigir e ensinar.

Meu avô paterno, Antonio Américo Penatti (*in memoriam*) principal investidor e grande sábio em indagar sempre: “Tem que estudar...”

Meus pais João Antonio Penatti e Renata Maria Turco de Souza, por sempre acreditarem em mim.

Meus irmãos Gustavo Henrique Penatti e Bruna Caroline de Souza, por quem zelo e amo.

Meu tio Claudimir Pedro Penatti, pelos muitos conselhos e apoio.

Meus avós, tios, primos e primas, por quem sempre posso contar.

À Bioagri Laboratórios, especialmente para Paulo Silva e a alta diretoria, pelas portas abertas e investimentos. A Celso Zaccaria, Edson Maciel, Ana Paola, Ricardo Roma, Márcia R.T.C. Ranzani, Rodrigo de Oliveira, Rosana Acelino, Edivan Tonhi, Mauricio Schmidt, Pedro Zagatto e Paulino Florêncio, pois mudaram o curso de meus rumos profissionais.

Meus amigos que me apoiaram incondicionalmente, Richard, Marcelo, Diógenes, Tatiana, Flavio, Rose Mari e Edes.

Fabio Idalgo, Michel, Veri, Iedo, Valdir, Felipe e toda a equipe do LFQ, COMICICLA (Dalton, Marcelinho, Karina Galesi, Vanessa Cardinalli, Emerson, Alexandre Dorelli e Teda), Rafael Zambom (toques gramaticais), Juliana Cobra, Juliana Soares, Jerson Boer, Mauricio, Nelson, Daniel, Leo e Cris, Richard Kennedy, Marco Gallo, e a todos meus amigos que compartilharam comigo esta grande fase da minha vida.

RESUMO

O presente trabalho teve como estudo de caso o sistema de gerenciamento de resíduos implantado nos laboratórios da Divisão de Química da empresa Bioagri Laboratórios como um procedimento de gestão ambiental. A pesquisa mostrou que o sistema pode ser utilizado por demais laboratórios desta área, não somente com objetivo de organizar o controle dos seus aspectos ambientais significativos, mas também para obter indicadores que promovam uma maior prevenção diante dos impactos ambientais negativos relacionados à utilização de insumos e geração de resíduos, assim como propiciem aspectos referentes à conservação do meio ambiente e de seus recursos naturais, e comportamentos pró-ambientais. Para a Geografia estas atividades contribuem para o desenvolvimento dos conceitos inter e multidisciplinares, como a química e as ciências ambientais, e mostram que a Gestão e a Educação Ambiental, mais o desenvolvimento tecnológico e procedimentos eficientes relativos à produção mais limpa são fatores importantes, tendo em vista a continuidade e melhoria do sistema estudado, assim como para a mudança dos hábitos de trabalho dos funcionários, no sentido de atitudes pró-ambientais.

Palavras-chave: Sistema de Gerenciamento de Resíduos. Impactos Ambientais. Recursos Naturais. Conservação Ambiental. Educação Ambiental.

ABSTRACT

The present work is a case study of a system for waste management. The system assessed forms part of the environmental management procedures in place in the laboratories of the Chemistry Division of Bioagri Laboratórios Ltda. The research has shown that the system could be used in other laboratories. The objectives of the system are not only to organize the control of the environmental impact of wastes, but also to provide indicators through which to raise awareness of the negative consequences on the environment of the generation and disposal of waste materials. Greater awareness will bring to the fore concepts such as the conservation of the natural environment, the appropriate use of natural resources, and environmentally-friendly behaviour. From a Geographic point of view, focusing on these issues is contributing to the development of concepts which can be explored in both inter- and multi-disciplinary projects, for instance between chemistry and the environmental sciences. This work has shown the importance of Management and Environmental Education, plus technological development and more efficient procedures regarding a cleaner production, as a means to change the working habits of the staff in a laboratory towards environment-friendly practices, always keeping in mind the continuity and improvement of the work place.

Keywords: Waste Management System. Environmental Impact. Natural Resources. Environmental Conservation. Environmental Education.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figuras	Pag.
Figura 1	Principais conceitos do SGA41
Figura 2	Diagrama de aplicação do PDCA na Bioagri Laboratórios54
Figura 3	Esquema de localização das águas em relação às regiões do solo.....86
Figura 4	Sistema de circulação de poluentes em ambientes subterrâneos90
Figura 5	Gestão dos Resíduos Químicos.....110
Figura 6	Foto da Bioagri Laboratórios de Piracicaba (SP)114
Figura 7	Mapa de resíduos do laboratório de físico-química da Bioagri Laboratórios128
Figura 8	Rotulagem de Descarte Usual.....145
Figura 9	Área de armazenamento temporário interno de resíduos nos laboratórios da sala de lavagem do LAR.....151
Figura 10	Locais externos de armazenamento de resíduos dos laboratórios de microbiologia.....152
Figura 11	Área de armazenamento de resíduos recicláveis e não recicláveis.....154
Figura 12	Área central de armazenamento temporário de resíduos155
Figura 13	Área central de armazenamento temporário de resíduos155
Figura 14	Fluxograma para reciclagem de solventes.....167
Figura 15	Rotulagem de Descarte Temporário169
Figura 16	Modelo de gráfico da relação entre uso de insumos e geração de resíduos.....173
Figura 17	Modelo 1 do levantamento de dados para análise comparativa do gerenciamento de resíduos175
Figura 18	Modelo 2 do levantamento de dados para análise comparativa do gerenciamento de resíduos176
Figura 19	Modelo 3 do levantamento de dados para análise comparativa do gerenciamento de resíduos177

Quadros	Pág.
Quadro 1	Relação de riscos dos principais solventes e substâncias orgânicas utilizadas em análises físico-químicas69
Quadro 2	Agentes contaminantes por áreas de uso73
Quadro 3	Valores ecotoxicológicos absolutos com testes em peixes e em algas.....79
Quadro 4	Características de poluentes e as suas fontes de geração88
Quadro 5	Principais atividades industriais potencialmente poluentes em água subterrâneas92
Quadro 6	Embasamento das etapas implementadas do PGRBio segundo itens da NBR ISO 14001/04116
Quadro 7	Identificação e mapeamentos de resíduos e suas fontes geradoras124
Quadro 8	Relação de categorias para avaliação das características dos resíduos132
Quadro 9	Relação das características de resíduos líquidos gerados nos laboratórios.....137
Quadro 10	Definição dos resíduos sólidos e suas formas de geração138
Quadro 11	Procedimentos para identificação de resíduos.....139
Quadro 12	Ficha de Informação de Produto Químico.....143
Quadro 13	Relação de resíduos armazenados temporariamente da área central.153
Quadro 14	Relação e resíduos gerados pelos laboratórios que não são destinados para área central de armazenamento de resíduos.....153
Quadro 15	Relação dos sistemas de transportes e as suas especificações..158
Quadro 16	Formas de pré-tratamento e acondicionamento inicial.....162
Quadro 17	Listagem de tratamento e disposição final de resíduos dos laboratórios.....165
Quadro 18	Registro de Identificação do resíduo gerado na fonte para o armazenamento temporário no Laboratório170
Quadro 19	Livro de Registro de Descarte do Laboratório170
Quadro 20	Registro de Destinação Final de Resíduos171
Quadro 21	Levantamento anual de estudos182
Quadro 22	Gráfico do inventário anual da geração de resíduos de 2007 da DQM.....184
Quadro 23	Gráfico do inventário de geração de resíduos da Bioagri Laboratórios de 2007185

Quadro 24	Gráfico da variação da geração de resíduos entre os meses do 2º semestre de 2007 e 1º semestre de 2008186
Quadro 25	Gráfico da variação rítmica do fluxo de geração de resíduos entre os meses do 2º semestre de 2007 e 1º semestre de 2008186
Quadro 26	Comparativo entre consumo de fontes primárias, vendas de produtos e crescimento da população.....189
Quadro 27	Gráfico de comparativo de indicadores do volume de resíduos gerados e o volume de insumos utilizados.....191
Quadro 28	Gráfico de comparativo de indicadores do volume de insumos utilizados e número de estudos desenvolvidos192
Quadro 29	Gráfico de comparativo de indicadores do volume de resíduos gerados e número de amostras analisadas.....193
Quadro 30	Gráfico de comparativo de indicadores do volume de resíduos gerados, número de amostras analisadas e volume de insumos utilizados do LEM.....195
Quadro 31	Gráfico de comparativo de indicadores do volume de resíduos gerados, número de amostras analisadas e volume de insumos utilizados do LFAR.....196
Quadro 32	Gráfico de comparativo de indicadores do volume de resíduos gerados, número de amostras analisadas e volume de insumos utilizados do LFQ referente à JAN-JUN/2007.....199
Quadro 33	Gráfico de comparativo de indicadores do volume de resíduos gerados, número de amostras analisadas e volume de insumos utilizados do LFQ referente à JAN-JUN/2008.....199

Fluxogramas

Pág.

Fluxograma 1	Etapas do plano do gerenciamento de resíduos da Bioagri123
Fluxograma 2	Percurso dos resíduos líquidos nos laboratórios.....147
Fluxograma 3	Percurso dos resíduos sólidos nos laboratórios148
Fluxograma 4	Percurso dos resíduos sólidos nos laboratórios149

LISTA DE TABELAS**Pág.**

Tabela 1	Ocorrência relativa dos agentes perturbadores dos ambientes naturais	93
Tabela 2	Ocorrência relativa aos ambientes expostos dos agentes perturbadores	94
Tabela 3	Parâmetros de aceitação para lançamento de efluentes em corpos de água.....	96
Tabela 4	Valores orientadores para concentração de substâncias.....	98
Tabela 5	Índices de concentrações permitidas para solos e resíduos sólidos e suas classes.....	100
Tabela 6	Tabela de taxas absoluta de variação do volume gerado de resíduos entre os meses do 2º semestre de 2007 e 1º semestre de 2008.....	187
Tabela 7	Relação de consumo de fontes primárias, vendas de produtos e crescimento da população.....	189

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT.....	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRELPE.....	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
AIA	Avaliação de Impacto Ambiental
AMEG.....	Ambient-Level MEGs
ANVISA.....	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
BPL	Boas Práticas de Laboratório
BSI	British Standards Institute
CB	Comitê Brasileiro
CENA-USP.....	Centro de Energia Nuclear na Agricultura
CETESB.....	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CIPA.....	Comissão Interna de Prevenção de Acidentes
CL ₅₀	Concentração Letal Cinquenta
CLLo	Concentração Letal Mínima
CNEN	Comissão Nacional de Energia Nuclear
COMICICLA	Comissão de Reciclagem
CONAMA.....	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CRED	Center for Research on the Epidemiology of Disasters
DAIA.....	Departamento de Avaliação de Impacto Ambiental
DICLA.....	Divisão de Credenciamento de Laboratórios
DMEG	Discharge MEGs
DQM.....	Divisão de Química
DSMA.....	Departamento de Segurança e Meio Ambiente
EA	Educação Ambiental
EIA	Estudos de Impactos Ambientais
EPIs.....	Equipamentos de Proteção Individual
ESALQ-USP.....	Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”
FBCN	Fundação Brasileira para a Conservação da Natureza
FISPQs.....	Fichas de Informações de Segurança de Produtos Químicos
GA	Gestão Ambiental
GGLAS.....	Gerência Geral de Laboratórios de Saúde Pública
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE.....	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ICC	International Chamber of Commerce
ICCM	International Conference of Chemical Management
IFRCRCS	International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies
IMA/UFRJ.....	Instituto de Macromoléculas Professora Eloísa Mano da Universidade Federal do Rio de Janeiro
INMETRO.....	Instituto Nacional de Metrologia
ISO	International Organization for Standardization
L. Tox-T.I.M.V.C	Limite de toxicidade-Teste de Inibição da Multiplicação Celular
LAR	Laboratório de Análise de Resíduos
LEM.....	Laboratório de Espectrometria de Massa
LFAR	Laboratório de Fármacos
LFQ	Laboratório de Físico-Química
LRD	Laboratório de Radioquímica
MAB	Programme on Man and the Biosphere
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MEGs	Multi-Media Environmental Goals
MMA.....	Ministério do Meio Ambiente
MSDS.....	Material Safety Data Sheet
NBR.....	Norma Brasileira
INMETRO.....	Instituto Nacional de Metrologia
NR	Normas Regulamentadoras
ONU	Organização das Nações Unidas
P+L.....	Produção Mais Limpa
P2.....	Prevenção à Poluição
PEA	Programas de Educação Ambiental
PGRBio	Plano de Gerenciamento de Resíduos da Bioagri
PGRSS.....	Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviço de Saúde
PNB.....	Produto Nacional Bruto
PNSQ	Política Nacional de Segurança Química
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
POP.....	Procedimento Operacional Padrão
POPs.....	Procedimentos Operacionais Padrões
POPs-M.....	Procedimentos Operacionais Padrão de Metodologia
POPs-S	Procedimentos Operacionais Padrão de Segurança
RCRs.....	Responsáveis pela Coleta de Resíduos

RDC	Resolução da Diretoria Colegiada
REBLAS	Rede Brasileira de Laboratórios Analíticos em Saúde
RIMA	Relatórios de Impactos Ambientais
RSS	Resíduos dos Serviços de Saúde
SAICM	Strategic Approach to International Chemical Management
SEBRAE	Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
SMA	Secretaria do Meio Ambiente
SENAI	Serviço Nacional de Aprendizagem da Indústria
SGA	Sistemas de Gestão Ambiental
SIPAT	Semana Interna de Prevenção de Acidentes
SISNAMA	Sistema Nacional de Meio Ambiente
SQB	Sistema de Qualidade Bioagri
TC 207	Comitê Técnico Ambiental 207
UGQ	Unidade de Garantia da Qualidade
UGR	Unidade de Geração de Resíduos
UNEP	United Nations Environment Programme
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
UNICAMP	Universidade de Campinas
WHPA	Comprehensive State Ground-Water Protection Program
WICEM	World Industry Conference on Environmental Management

SUMÁRIO	Pag.
RESUMO.....	05
ABSTRACT	06
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	07
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	11
INTRODUÇÃO	17
1. GESTÃO AMBIENTAL: INSTRUMENTOS PARA A CONSERVAÇÃO DO MEIO AMBIENTE.....	25
1.1 Breve análise das principais conferências mundiais que influenciaram a elaboração do Sistema de Gestão Ambiental	25
1.2 Considerações sobre a importância da implantação do Sistema de Gestão Ambiental	34
1.3 Processos para o controle ambiental em empresas	41
1.4 A NBR/ISO 14001 como instrumento para o controle ambiental em empresas	46
1.5 A influência da sociedade para a conservação ambiental com base no SGA	56
2.0 OS PROBLEMAS AMBIENTAIS CAUSADOS PELO MANEJO E DESCARTE IMPRÓPRIO DE RESÍDUOS QUÍMICOS DE LABORATÓRIO.....	59
2.1 Os laboratórios de análises químicas e os seus aspectos ambientais	61
2.2 Potenciais problemas ocupacionais causados pelo manuseio de produtos químicos e os seus resíduos gerados	63
2.3 As características dos riscos envolvendo os resíduos de laboratório.....	68
2.3.1 Potenciais riscos ao meio ambiente natural.....	75
2.4 Os problemas com a poluição causados pelos agentes químicos presentes nos resíduos	79
2.5 Principais ambientes expostos ao contato dos resíduos gerados em laboratórios	83

3.0	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO E IDENTIFICAÇÃO DOS ASPECTOS AMBIENTAIS PARA O DESENVOLVIMENTO DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS	102
3.1	Procedimentos metodológicos aplicados para o desenvolvimento do sistema de gerenciamento de resíduos em laboratórios da área química	104
3.1.1	Metodologia de pesquisa.....	106
3.2	Análise da legislação ambiental específica para o gerenciamento de resíduos	107
3.3	Gerenciamento de Resíduos: conceitos e definições.....	110
3.4	Importância do gerenciamento de resíduos para a conservação ambiental	114
3.5	A empresa Bioagri Laboratórios	116
3.6	Objetivos do sistema de gerenciamento de resíduos dos laboratórios da Divisão de Química da Bioagri.....	118
3.7	O gerenciamento de resíduos de laboratórios como processo do Sistema de Gestão Ambiental	118
3.7.1	O Plano de Gerenciamento de Resíduos da Bioagri Laboratórios – PGRBio	122
3.7.2	Definição da área de estudo e a metodologia aplicada para o levantamento dos compostos de resíduos gerados.....	123
3.7.3	Levantamentos das categorias de resíduos ativos nos laboratórios	124
3.7.4	Definição das fontes geradoras	128
3.7.5	Mapeamento dos resíduos	130
3.7.6	Elaboração dos procedimentos operacionais padrão específicos para o controle ambiental dos resíduos.....	131
4.0	O SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS NOS LABORATÓRIOS.....	133
4.1	Caracterização, classificação e identificação dos resíduos	134
4.1.1	Definição das categorias dos resíduos	136
4.1.2	Caracterização da periculosidade dos resíduos químicos.....	138
4.1.3	Definição dos resíduos líquidos de acordo com as atividades dos laboratórios	139
4.1.4	Geração dos resíduos sólidos	140
4.1.5	Método de caracterização dos resíduos	142
4.2	Segregação em grupos e identificação.....	147

4.3	Armazenamento Temporário	153
4.4	Sistema de coleta e transporte dos resíduos.....	159
4.5	Tratamento e Disposição Final de Resíduos	161
4.5.1	Métodos de tratamento <i>in loco</i>	163
4.6	Disposição Final dos Resíduos.....	166
4.7	Procedimentos alternativos para redução e reutilização de resíduos.....	169
4.8	Sistema de coleta de dados	170
4.8.1	Técnicas para o levantamento dos dados	171
4.9	Levantamento dos resíduos e análise dos dados.....	174
5.0	RESULTADOS E DISCUSSÃO FINAL.....	182
5.1	Apresentação dos resultados dos levantamentos gerais da geração de resíduos.....	186
5.2	Proposta do sistema.....	191
5.3	Conclusão.....	203
	CONSIDERAÇÕES FINAIS	207
	REFERÊNCIAS.....	225
	APÊNDICES.....	240
Apêndice A	Listagem de resíduos e suas fontes geradoras	241
Apêndice B	Listagem da relação das categorias de resíduos e as suas classificações da Bioagri Laboratórios	247
Apêndice C	Procedimento para descarte de resíduos do laboratório	250

INTRODUÇÃO

(...) Uma estratégia aceitável para o planeta Terra deve, então, levar explicitamente em conta o fato de que o recurso natural mais ameaçado pela poluição, mais exposto à degradação, mais propenso a sofrer um dano irreversível, não é esta ou aquela espécie; não é esta ou aquela planta ou bioma, ou habitat, nem mesmo a atmosfera livre ou os grandes oceanos. É o próprio Homem. (WARD; DUBOS, 1973, p. 273)

Os atuais problemas ambientais são consequências de uma série de intervenções humanas, visando o uso dos recursos naturais, intensificadas ao longo do século XX. Ao entendermos o meio ambiente como um “conjunto de condições, leis, influências e interações, de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas” (BRASIL, 1981, p.1), podemos afirmar que é neste espaço que ocorrem as maiores transformações das suas paisagens. Devido ao caráter interdisciplinar de muitas definições acadêmicas sobre o meio ambiente, estas são estudadas e discutidas por muitos pesquisadores, até os dias de hoje. Considerando-se as muitas definições existentes sobre meio ambiente, podemos constatar que elas englobam três principais vertentes de pesquisas. A primeira é o meio ambiente sendo definido como um conjunto de fatores com características e condições físicas que influenciam a ação do homem, pela disposição dos seus recursos. A segunda é que existe um conjunto de elementos que interagem entre si, trazendo transformações ambientais naturais e, conseqüentemente, criando condições para a vida no planeta. E a última vertente é que as necessidades da sociedade influenciam na transformação do meio natural, a qual pode ser caracterizada como benéfica ou maléfica para a vida no planeta. Estas

três vertentes se interrelacionam, causando interações vitais ou destrutivas para os espaços naturais.

Devido ao caráter interdisciplinar de muitas definições acadêmicas sobre o meio ambiente, estas são discutidas por pesquisadores de diferentes áreas do conhecimento, apresentando ora divergências, ora concordâncias filosóficas, ideológicas, econômicas, ecológicas, e políticas, acrescentando-se ainda as transições devidas às mudanças de paradigmas filosóficos, nem sempre consensuais, influenciando nossos sistemas axiológicos. (MORAIS, 2002; GUIMARÃES, 2007).

As transformações ambientais contemporâneas tiveram origem no estabelecimento das funções do meio ambiente, **visando o atendimento das demandas dos distintos segmentos sócio-econômicos e das políticas decorrentes**. Dentre **estas** funções, podemos considerar duas como principais: (1) a primeira **que** é a de fornecedor de recursos naturais, **cujas ações antrópicas podem provocar grandes transformações nas paisagens naturais, em áreas onde são extraídos alguns tipos de recursos**, tais como minerais, energéticos e alimentícios; (2) a outra função é a de receptor de toda a matéria obsoleta consumida pelos seres humanos, ou até mesmo rejeitos e escórias da própria produção industrial destes materiais de consumo, **causando** vários problemas devido aos impactos ambientais adversos, a exemplo da disposição em locais sem infra-estrutura, levando à contaminação do solo e de corpos de água, à poluição atmosférica pela queima de diferentes materiais e combustível fóssil, entre outros.

Através de toda a história do processo civilizatório, houve períodos marcados por relações econômicas de dependência mais acentuadas concernentes aos recursos naturais. Entre os anos de 1500 a 1800, com o advento do sistema econômico capitalista, e o aumento da demanda da produção industrial que se iniciava a partir da revolução industrial, ocorreram mudanças nos estilos de vida das pessoas devido ao surgimento de novos objetos de consumo (THOMAS, 1988). O capitalismo dependia do aumento progressivo do consumo da população para manter ativos seus ciclos de produção, marcando o surgimento de novas formas de relação do homem com a natureza, multiplicando-se problemas referentes à poluição e à degradação ambiental.

Mas o que poderemos considerar como principais elementos constitutivos do meio ambiente que estão sofrendo alterações no decorrer da história da humanidade, principalmente pós-revolução industrial? Para Coimbra (1986), os elementos constitutivos físico-químicos básicos são: água, ar solo, clima e paisagem. Estes são os principais fatores abióticos que vem sofrendo alterações significativas nos dois últimos séculos. Este mesmo autor coloca que a complexidade das exigências dos homens transforma o seu povoamento em um grande gerador de problemas pelas muitas demandas de produtos, e na geração e destinação dos seus resíduos.

Contudo, a humanidade está condenada ao desenvolvimento e o Homem continuará a comer o pão com o suor de seu rosto, muito embora esse suor deixe de escorrer para manifestar-se em outras agruras. Tudo tem seu preço. A vida se torna alta nos países de alto nível. As tribulações da sociedade industrial são muito numerosas e requintadas, cheias de vazio e movidas pelo combustível da ansiedade. Assim caminha a humanidade até que as contrações de um mundo novo a expulsem para fora desta geração multimilenar e dolorosa, atirando-a para uma nova vida (COIMBRA, 1986, p.54).

Bronowski (apud DUBOS, 1974) considera que para a natureza o homem é apenas uma parte integrante do seu sistema, como um maquinismo de átomos, sendo ele apenas um produto da interação entre seus componentes. Mas o que o diferencia dos demais componentes naturais é que além da sua ação mecânica, o homem tem a capacidade da criação e da inovação (DUBOS, 1974).

Em suma, a maior causa destas mudanças ambientais contemporâneas é a ação e a alta dependência do homem para com os recursos fornecidos pela natureza, assim como a falta de percepção de que a sua vida e a vida das gerações futuras dependem deste mesmo espaço explorado. Neste contexto, destacamos inter-relações através de imbricados processos interativos, resultando em formas construtivas ou destrutivas, tangíveis ou não, porém, ocorrentes nas diversas áreas naturais e construídas do planeta.

A partir do momento em que a sociedade e a indústria passaram a ser vistas como os principais agentes desta degradação ambiental, surgiu a necessidade de gerir estes problemas ambientais. Assim, com o objetivo de conter e/ou eliminar os riscos ambientais e sociais causados pela interação do homem com a natureza, em uma escala além das necessidades vitais, foram implantados os Sistemas de

Gestão Ambiental, visando fazer com que esta interação aconteça dentro de uma escala de necessidade econômica/financeira.

O presente trabalho pode ser definido como um estudo de caso sobre o gerenciamento de resíduos da empresa Bioagri Laboratórios, localizada no município de Piracicaba (SP), salientando que este mesmo sistema de gerenciamento de resíduos, e também as suas especificidades, assim como o tratamento e monitoramento dos dados referentes à geração de resíduos, foram elaborados por este mesmo autor. O sistema de gerenciamento de resíduos em empresas deste seguimento pode ser caracterizado como uma técnica para o controle ambiental dos seus aspectos significativos de riscos ambientais. Dentre as etapas implementadas, consideramos que este sistema segue os mesmos itens para a implantação de um sistema de gestão ambiental, segundo as determinações da NBR/ISO (Norma Brasileira/ *International Organization for Standardization*) 14001/04 (ABNT, 2004b).

A primeira versão do sistema de gerenciamento de resíduos da Bioagri Laboratórios foi elaborada no ano de 2002, para cumprir exigências solicitadas em auditorias de órgãos oficiais do governo, como o Instituto Nacional de Metrologia (INMETRO) e a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), e também por auditorias das empresas contratantes dos serviços oferecidos pela Bioagri. No ano de 2004, tendo em vista a promulgação da Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 306, da ANVISA, e por alguns problemas internos, o principal procedimento, o Procedimento Operacional Padrão de Segurança (POP-S) 0008, que orienta as ações dos descartes de resíduos, foi revisado de acordo com esta mesma RDC, entre outras normas específicas de biossegurança, por este mesmo autor. Após a conclusão deste trabalho, foi montada uma comissão interna por iniciativa voluntária dos próprios funcionários, e coordenada pelo autor deste mesmo trabalho, chamada COMICICLA (Comissão de Reciclagem), para monitorar, organizar e orientar os funcionários nas alterações efetuadas neste procedimento.

Tendo em vista o crescimento contínuo da empresa e, conseqüentemente, o aumento do número dos funcionários, as áreas de segurança ocupacional e controle ambiental passaram a ser mais cobradas pelas auditorias externas e internas. Por este motivo, assim como pela própria conscientização da alta diretoria sobre esta necessidade, no ano de 2005 o Plano de Gerenciamento de Resíduos da Bioagri (PGRBio) foi revisado e reformulado integralmente por este mesmo autor, iniciando

a implantação do novo sistema já no início de 2006. Como principais atividades deste novo sistema, podemos destacar: a reforma da área central de armazenamento de resíduos; a reestruturação de todos os recipientes coletores de resíduos nos laboratórios; a estruturação de áreas internas para descarte de resíduos; a capacitação dos funcionários, através de treinamentos periódicos e palestras; o desenvolvimento de eventos de integração, como Semana do Meio Ambiente e Semana Interna de Prevenção de Acidentes (SIPAT), entre outras. Em razão deste plano ser a base estrutural e científica para a implantação do gerenciamento de resíduos e da continuidade da aplicação dos seus requisitos até os dias de hoje, o autor se sentiu motivado para o desenvolvimento desta pesquisa, e pelo fato também do seu principal objetivo ser focado na conservação ambiental e não somente no cumprimento de exigências legais ou de clientes.

Como vimos, o foco do sistema de gerenciamento de resíduos da Bioagri Laboratórios é o seu compromisso com a conservação ambiental. Devido a este caráter, o principal objetivo deste trabalho não enfocou simplesmente criar um sistema consolidado para práticas de controle ambiental dos seus aspectos significativos, objetivo este do próprio PGRBio, mas sim, através do sistema de coleta de dados, desenvolver um estudo sobre a relação entre o volume de resíduos produzidos e a quantidade de insumos utilizada em laboratórios de análise e pesquisa, visando fornecer informações sobre esta relação para possíveis reduções de desperdícios provenientes do uso excedente de insumos. Consideramos que, se for possível controlar e utilizar com maior eficiência os insumos para o desenvolvimento das análises e pesquisas, certamente ocorrerá uma redução progressiva da geração de resíduos, tendo como consequência a redução dos riscos ambientais, que causam impactos negativos ao meio de contato. Para que este objetivo seja atingido, é necessário propor um conjunto de medidas para redução de desperdícios, tendo como base de dados o volume de resíduos gerado, a quantidade de insumos utilizados e o número de análises efetuadas. A partir daí, trouxemos proposições de medidas para a diminuição de desperdícios, e também uma oferta de idéias e propostas para a adoção de novas condutas – comportamentos pró-ambientais (CORRAL-VERDUGO, 2000), além de práticas que apresentassem menos danos e riscos ao meio ambiente, a partir da elaboração de Programas de Educação Ambiental.

Devido à complexidade das atividades desenvolvidas por esta empresa, e analisado o presente estudo de caso, o foco da investigação necessitou ser direcionado em um departamento com as características relacionadas à geração de resíduos abordada na pesquisa. Portanto, o departamento que mais se relaciona com as características necessárias é a Divisão de Química (DQM), justificando esta escolha por esta Divisão englobar 05 laboratórios de análises exclusivamente da área química, podendo, com o sistema de gerenciamento implantado, servir de modelo para outros laboratórios do mesmo ramo de atividades.

O trabalho, por ser uma abordagem interdisciplinar, está dividido em três partes. A primeira trata da importância de uma organização ou instituição compromissada com as questões ambientais em implantar um Sistema de Gestão Ambiental (SGA) focado na conservação dos recursos naturais. Veremos neste capítulo que as empresas podem estruturar um sistema segundo os requisitos da NBR/ISO 14001/04, mas não necessariamente com o objetivo de “simplesmente” receber a certificação, mas sim de desenvolver técnicas que reduzam efetivamente os riscos dos impactos ambientais negativos das suas atividades. Resumidamente, esta parte apresenta uma discussão sobre os conceitos da gestão ambiental e a sua sistematização, os processos necessários para a adoção deste sistema em empresas e, por fim, a padronização do SGA pela norma NBR/ISO 14001/04.

A segunda parte mostra a importância do gerenciamento de resíduos como uma técnica de controle dos aspectos ambientais do SGA, aplicada ao meio ambiente. Dentro de uma abordagem sistêmica, este capítulo mostra os principais problemas ambientais que podem ser causados pela falta de controle na utilização dos produtos químicos nos laboratórios, assim como o tratamento dos seus resíduos. Como modo aplicativo, são englobados e analisados os impactos dos produtos e resíduos sobre os recursos naturais, com maior probabilidade de contato destes materiais com o solo e os corpos de água. Veremos que várias atividades podem causar acidentes e danos irreversíveis ao meio ambiente, e uma delas envolve os serviços laboratoriais da área química, que em muitos casos se assemelham aos riscos encontrados na própria indústria.

O trabalho é concluído com a descrição, análise e propostas do sistema de gerenciamento de resíduos implantado nos laboratórios da Divisão de Química (DQM) da Bioagri Laboratórios, Piracicaba/SP. Esta terceira parte engloba os três últimos capítulos deste trabalho. No primeiro capítulo, desta parte, são apresentadas

as características do espaço e a metodologia para o desenvolvimento da pesquisa, como a área geográfica da empresa e a sua importância para a região, a descrição do planejamento para o desenvolvimento do sistema de gerenciamento de resíduos e a identificação dos aspectos ambientais significativos e pertinentes à geração de resíduos. O próximo capítulo, como complementação do anterior, mostra a padronização do sistema de gerenciamento de resíduos específicos para laboratórios de análises e pesquisa desta área, caracterizado pelas técnicas aplicadas e adequadas de acordo com as normas vigentes, como a RDC 306/04 e a NBR/ISO 14001/04. Neste capítulo são apresentadas todas as etapas básicas do sistema, implementadas nos setores estudados.

No último capítulo do trabalho, são apresentados os dados tabulados em planilhas e gráficos, para a discussão dos resultados. Também são efetuadas análises, através de amostragens, e levantadas as possibilidades de se detectarem situações de desperdícios pela utilização ineficiente dos produtos químicos empregados nas análises laboratoriais. Finalmente são sugeridas propostas para melhorias do próprio sistema de coleta de dados, para que o mesmo funcione mais próximo das atividades laboratoriais.

Portanto, consideramos que este trabalho é um estudo ambiental que engloba três áreas distintas, que podem ser correlacionadas aos estudos geográficos. A gestão ambiental relaciona-se com a Geografia por abordar uma visão sistêmica da organização espacial; a química ambiental, por estudar e apresentar as potenciais mudanças ambientais causadas pelo impacto dos produtos químicos perigosos e os seus resíduos em contato direto com o meio, levando nos a uma reflexão sobre a capacidade de suporte e de resiliência dos ecossistemas envolvidos, bem como do nosso papel em relação à conservação dos recursos ambientais naturais e construídos e, finalmente, a análise quantitativa dos dados para se obter uma noção clara do problema encontrado, utilizando-se de técnicas matemáticas. Em função destas três áreas que nosso trabalho abarcou dada a sua natureza multi e interdisciplinar, justificamos o seu contexto geográfico e relevância no quadro das ciências ambientais, como será apresentado em seus capítulos, pois fundados na afirmação de Fritjof Capra (2000, p. 231-235), acreditamos que no presente, necessitamos não apenas de novas atitudes, mas também de princípios ecológicos e valores pró-ambientais que possam nortear nossas ações em prol da criação de “comunidades humanas sustentáveis [...], de modo que os princípios da ecologia se

manifestem nelas como princípios de educação, de administração e de política.”
(CAPRA, 2000, p. 231).

1. GESTÃO AMBIENTAL: INSTRUMENTOS PARA A CONSERVAÇÃO DO MEIO AMBIENTE

1.1 Breve análise das principais conferências mundiais que influenciaram a elaboração do Sistema de Gestão Ambiental

As alterações e mudanças significativas no meio ambiente ocorrem desde a formação inicial da Terra. As trocas de energia e matéria são processos contínuos, que permitem a continuidade da vida e dos ciclos dos elementos orgânicos e inorgânicos na superfície terrestre. O homem, desde o seu surgimento, interage com os recursos naturais resultantes destes ciclos, para a sua própria sobrevivência. Entretanto, o aumento da sua população e o advento de novas técnicas para a produção industrial, no século XX, fizeram com que a utilização acelerada destes recursos, para suprir as necessidades desta população, acarretasse determinadas mudanças ambientais, como é o caso do clima, alterações geomorfológicas da extração de minérios, poluição das águas etc.

Nesse contexto, a partir de meados do século XX, a dependência do ser humano com relação ao uso dos recursos naturais passou a ser discutida, pois a Terra começou a dar os seus primeiros sinais de escassez. Diante deste fato, muitas conferências e encontros mundiais passaram a ser realizados, com discussão de medidas para contenção das alterações no meio ambiente e na vida social da população mundial, causadas pela produção industrial e pela pressão econômica.

O marco inicial das discussões mundiais sobre as questões ambientais ocorreu em Paris, em 1968. A Conferência Internacional sobre a Utilização Racional

dos Recursos da Biosfera foi promovida pela *Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization – UNESCO)*, e suas discussões serviram de base para a criação do Programa Homem e Biosfera, em 1970 (*MAB – Man and Biosphere*). Com o objetivo de estudar e analisar problemas particulares de desenvolvimento dos países, essa conferência também foi marcada pela difusão do termo “biosfera”, usado, internacionalmente, até os dias de hoje. Neste mesmo ano de 1968, foi fundado o Clube de Roma, que reuniu, inicialmente, um grupo de 100 empresários, políticos, cientistas sociais, entre outros, preocupados com as consequências do modelo de desenvolvimento adotado pelos países ricos, que se disseminava para os outros países do globo terrestre (SÃO PAULO, 2006). Como resultado desta preocupação, em 1972 foi publicado um relatório intitulado “*The limits of growth*” (“Limites do Crescimento”), que tem em seu conteúdo um alerta sobre as tendências mundiais de crescimento econômico, relacionadas aos efeitos nocivos das atividades industriais sobre o meio ambiente. Estes modelos são considerados catastróficos, devido às consequências desse ritmo de crescimento econômico e demográfico, que gera exploração de recursos, degradação ambiental etc. O relatório causou impacto na comunidade científica internacional, por ter sido apresentado no mesmo período em que o modelo de desenvolvimento econômico apresentava sinais de falência, devido à extrema desigualdade social que ele impunha à sociedade e das feridas que emergiam, representadas pelos problemas ambientais (SÃO PAULO, 2006; GUIMARÃES, 2007).

No mesmo ano da publicação do relatório do Clube de Roma, em 1972, ocorreu em Estocolmo, na Suécia, a Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente Humano. Esta conferência contou com a participação de representantes de 113 países e teve como debate o tema central sobre: “Crescimento Econômico e Meio Ambiente”, sendo considerada como um marco político para o surgimento de políticas de gerenciamento ambiental. Neste encontro, com base nos resultados do Relatório “*Limites do Crescimento*”, foi elaborada a “*Declaração sobre o Ambiente Humano*”, contendo 26 princípios e 109 recomendações. Pela importância dessas diretrizes de ações para o gerenciamento ambiental, destacamos o princípio 06 que diz:

Deve-se por fim à descarga de substâncias tóxicas ou de outras matérias e à liberação de calor, em quantidade ou concentrações tais que não possam ser neutralizadas pelo meio ambiente, de modo a evitarem-se danos graves e irreparáveis aos ecossistemas. Deve ser apoiada a justa luta de todos os povos contra a poluição (CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE O MEIO AMBIENTE HUMANO, 1972, p.4).

Além deste princípio, que norteou a política de gerenciamento ambiental para os países participantes e que assinaram a declaração, dentre as 109 recomendações, as de número 70 a 85 são voltadas a ações para controle de poluição, principalmente para a minimização do uso de substâncias tóxicas e perigosas ao meio ambiente, criação de padrões para emissão de poluentes, criação de programas e monitoramento de contaminação química e biológica em alimentos e na agricultura, entre outros. Outro fato importante que marcou esta conferência foi a criação do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), com a responsabilidade de criar um plano de ação mundial para busca de soluções para os problemas ambientais, contextualizando as questões políticas, sociais e econômicas mundiais (CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE O MEIO AMBIENTE HUMANO, 1972).

Passados três anos da Conferência de Estocolmo, foi realizada em Belgrado, antiga Iugoslávia e atual Sérvia, no ano de 1975, a Conferência de Belgrado, que propôs a discussão para uma nova ética planetária, voltada a promover a erradicação da pobreza, analfabetismo, fome, poluição, exploração e dominação humanas. Estas propostas foram documentadas pela elaboração da *“Carta de Belgrado: Uma estrutura global para Educação Ambiental”* e pela criação do *“Programa Internacional de Educação Ambiental – PIEA”*. No conteúdo da *Carta de Belgrado* nos deparamos com recomendações específicas sobre Educação Ambiental (EA), que se relacionam diretamente com as práticas da Gestão Ambiental (GA) em empresas, tendo em seus objetivos a identificação das ações humanas para a preservação e melhoria do bem estar social e individual em harmonia com o meio ambiente, assim como diretrizes para o desenvolvimento de Programas de Educação Ambiental (PEA). (CONFERÊNCIA DE BELGRADO, 1975).

Dando continuidade aos encontros internacionais para discussões dos problemas ambientais, a *“Conferência de Tbilisi”* foi realizada em Tbilisi, Geórgia, em 1977. Promovida pela UNESCO, esta conferência, intitulada oficialmente *“Conferência Intergovernamental sobre Educação Ambiental”*, teve como principal

aspecto a caracterização do caráter interdisciplinar, crítico, ético e transformador das suas recomendações, sendo também considerada como um modelo para os avanços das práticas de Educação Ambiental nos países participantes, devido aos aspectos formais, não formais e informais dos seus conteúdos (GUIMARÃES, 2007; CONFERÊNCIA INTERGOVERNAMENTAL SOBRE EDUCAÇÃO AMBIENTAL, 1977).

Diante de todos estes eventos importantes para os avanços das discussões mundiais sobre as questões sociais e ambientais, na busca de conhecimentos e acordos para propor uma nova sociedade, em caráter local e global, no início da década de 1980 a Organização das Nações Unidas (ONU) criou a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. Esta comissão foi, inicialmente, presidida pela primeira ministra da Noruega Gro Harlem Brundtland, com o objetivo de analisar as questões ambientais e de desenvolvimento propostas pelas grandes conferências anteriores e que não foram resolvidas, e propor outras medidas de caráter acessível e de fácil execução para os países adeptos à questão (SÃO PAULO, 2006; GUIMARÃES, 2007).

Como resultado dos trabalhos elaborados por esta comissão, também chamada “*Comissão Brundtland*”, no ano de 1987 foi criado um relatório chamado “*Nosso Futuro Comum*”, com um conteúdo brilhante sobre a situação econômica e ambiental em que se encontrava o mundo, com destaque para a disseminação do conceito de Desenvolvimento Sustentável, definido como: “*desenvolvimento que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade das gerações futuras atenderem às suas próprias necessidades*” (SÃO PAULO, 2006, p.4). Neste mesmo documento ficou evidenciado que, caso os países quisessem alcançar o desenvolvimento sustentável, os governos deveriam tomar medidas efetivas para coibir e controlar atos e efeitos nocivos ao meio ambiente, como o desmatamento, a extinção de outras espécies vivas, a poluição industrial, as mudanças climáticas, a contaminação etc.. Como resultado das análises e recomendação deste relatório, passados 20 anos de sua publicação, Gro Harlem Brundtland, em entrevista cedida ao Grupo *Ethos*, em 2007, disse que após o relatório a mentalidade dos governantes mundiais mudou com relação ao meio ambiente, devido ao conteúdo das temáticas das conferências mundiais posteriores, englobando a importância do desenvolvimento sustentável, realizadas depois de 1987. Com relação ao papel das empresas, a ex-primeira ministra afirma que

existem empresas em estágios diferentes com relação à adoção do desenvolvimento sustentável em suas políticas, mas acredita que as pioneiras balizarão o caminho das que ainda não adotaram este conceito na prática organizacional (BRUNDTLAND, 2007).

Dentro desta mesma temática, e devido à importância da introdução da EA nos planos de ensinos nacionais, como estratégia de conscientização ambiental para a sociedade, em 1987, a UNESCO/PNUMA realizou em Moscou o Congresso Nacional sobre Educação e Formação Ambientais. Com caráter não-governamental, esta conferência reforçou os conceitos sobre o tema de Tbilisi, e também a necessidade da EA promover a conscientização e transmissão de informações, com objetivos de mudanças comportamentais nos campos cognitivo e afetivo dos indivíduos (SÃO PAULO, 2006; GUIMARÃES, 2007).

Em comemoração aos vinte anos da conferência de Estocolmo, e tendo como base as recomendações desta reunião, em 1992 foi realizada no Rio de Janeiro a *“Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento”*, denominada como *“Cúpula da Terra”*, mas conhecida popularmente como *“Rio-92”* ou *“Eco-92”*. Reunindo um total de 103 chefes de Estado e a participação de 182 países, este encontro chamou a atenção do mundo por relacionar os problemas ambientais às condições econômicas e à justiça social. Além de ter importância significativa, por envolver todos os ramos da problemática ambiental, como agricultura, urbanização, infra-estrutura, recursos naturais, desigualdades sociais e ciência e tecnologia, para o gerenciamento ambiental também houve discussões específicas que geraram avanços. Em uma das publicações deste evento, a *“Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável”*, o princípio de número 16 salienta que o poluidor deve arcar com o custo da poluição através da internacionalização destes custos. Outro documento importante publicado, que serviu como base dos princípios para o desenvolvimento sustentável, para muitos países, devido à sua abrangência, foi a Agenda 21. Além de focar as necessidades econômicas, socioculturais e a ecologia, fundamentadas no conceito de desenvolvimento sustentável, em um conjunto de 40 capítulos, especificamente os capítulos 20 e 21 enfocam a necessidade de promover a prevenção e minimização dos resíduos perigosos, ações para serem tomadas pela própria GA (CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE E

DESENVOLVIMENTO, 1992a; CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1992b).

Em 1997, o mundo foi palco de mais um encontro de representantes das nações, realizado em Tessalônica, na Grécia. A *“Conferência Internacional sobre Meio Ambiente e Sociedade: Educação e Conscientização Pública para a Sustentabilidade”* contou com a presença de representantes de 83 países, de órgãos intergovernamentais, não governamentais e sociedade civil. O principal objetivo desta conferência foi reconhecer o papel crítico da educação e da conscientização pública para o entendimento e estabelecimento dos princípios de sustentabilidade. Podemos destacar que o ponto principal dos acordos foi a contribuição para o desenvolvimento de trabalhos para a Comissão de Desenvolvimento Sustentável da ONU e o fornecimento de diretrizes para desenvolver e mobilizar as nações no âmbito internacional, nacional e local (GUIMARÃES, 2007).

Neste início do século XXI, observamos que desde as primeiras conferências mundiais realizadas na década de 1970, poucas medidas e propostas atingiram as metas esperadas, pois é evidente que a poluição e a degradação ambiental, assim como os problemas sociais, não retrocederam de acordo com as propostas. No ano de 2002, foi realizada em Joanesburgo, na África do Sul, a Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável, conhecida como Cimeira da Terra ou Rio+10, com a participação de representantes de mais de 150 países, grandes empresas, ONGs, associações setoriais, entre outras milhares de pessoas, com o intuito de avaliar as mudanças globais desde a realização da Rio-92. De acordo com a *“Declaração de Joanesburgo”*, o principal reconhecimento dos resultados das discussões foi que a civilização mundial passa por um período de grandes desafios nas três dimensões, a social, a econômica e a ambiental. Diante desta questão, o progresso deste encontro foi a confirmação de que as pessoas estavam seguindo os princípios consolidados pela Agenda 21, caminhando através de um consenso comum para uma busca construtiva de respeito e compromisso com a visão de desenvolvimento sustentável (WORLD SUMMIT ON SUSTAINABLE DEVELOPMENT, 2002).

Neste contexto mundial de discussões internacionais sobre as questões ambientais e a tomada de medidas governamentais para conter os avanços desta problemática, as indústrias, sendo as principais protagonistas desta situação, iniciaram o desenvolvimento de modelos sistêmicos para a gestão ambiental, no decorrer dos anos de 1990. O primeiro encontro entre os representantes

empresariais, que norteou o processo da inserção de políticas ambientais na gestão administrativa das organizações, foi a *“I Conferência Mundial da Indústria sobre a Gestão Ambiental”* (*World Industry Conference on Environmental Management – WICEM*), que ocorreu em Versalhes, na França, em 1984. Esta conferência foi organizada pela *United Nations Environment Programme – UNEP* e pela Câmara Internacional do Comércio (*International Chamber of Commerce – ICC*), e reuniu representantes industriais e de Estados, cientistas, ambientalistas e outros grupos envolvidos em trabalhos de proteção e gestão ambiental. Dentre as discussões deste encontro, as principais foram a elaboração de propostas para inclusão da GA na realidade empresarial de produção como compromisso para o desenvolvimento sustentável e também a criação de padrões regulatórios para o desenvolvimento econômico, relacionados com a gestão ambiental, dando início, assim, à padronização das práticas de GA entre as empresas associadas ao ICC (HEINONLINE, 1987).

Em 1991, em Roterdã, na Holanda, foi realizada, e com maior abrangência, a *“II Conferência Mundial da Indústria sobre a Gestão Ambiental”* (*WICEM II*). O grande destaque deste encontro foi a elaboração de uma carta conhecida como *“Carta Empresarial para o Desenvolvimento Sustentável”*, formulada entre os representantes das empresas participantes do evento. Este documento possui uma série de recomendações, com 16 princípios, nos quais as organizações industriais associadas ao ICC basearam as suas políticas ambientais, e representou um marco inicial no avanço das medidas tomadas para a implementação do gerenciamento ambiental. Dentre as recomendações desta carta, destacamos para o nosso estudo:

- Reconhecer o gerenciamento ambiental como uma das primeiras prioridades da empresa é fator determinante para o desenvolvimento sustentável;
- Integrar essas políticas, programas e práticas em cada ramo de atividade, como elemento essencial do gerenciamento em todas as suas funções;
- Educar, treinar e motivar empregados para conduzir atividade de maneira ambientalmente responsável;
- Avaliar impacto sobre meio ambiente antes de iniciar novos projetos, e antes de desativar instalações ou retirar-se de um local;
- Criar e oferecer bens e serviços sem impacto ambiental indevido, seguros no uso a que se destinam, eficientes no consumo de energia e recursos materiais, recicláveis, reutilizados ou removidos com segurança;

– Criar, projetar e operar instalações e conduzir atividades levando em conta uso eficiente da energia e matérias-primas, uso sustentável de recursos reutilizáveis, a minimização de impactos ambientais adversos e da geração de lixo, e a remoção segura e responsável de resíduos (CÂMARA INTERNACIONAL DO COMÉRCIO, 1996, p.1-2).

Em 1992, na Inglaterra, o *British Standards Institute* (BSI) desenvolveu a norma BS 7750 – Sistema de Gestão Ambiental (SGA), que serviu de base ao conjunto de normas ISO Série 14000 (GUETHI JUNIOR, 2004). A *International Organization for Standardization* (ISO), criada em 1946, com sede em Genebra, na Suíça, que atualmente é formada por representantes de mais de 150 países, em 1996 publicou a série ISO 14000, que além de padronizar as práticas organizacionais para o controle ambiental das organizações, contemplou a inserção de auditorias e requisitos para a formação de auditores, como medida para a melhoria contínua no SGA (FIESP, 2007).

No Brasil, a introdução das técnicas de gestão ambiental foi feita pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), como representante da ISO. A primeira comissão nacional que iniciou estudos sobre a elaboração de normas sobre Gestão Ambiental, baseada na Série ISO 14000, foi o Comitê Técnico Ambiental 207 (TC 207), formado em 1993. A primeira edição da série de normas ISO 14000 foi elaborada em 1996 pelos representantes da ISO/TC 207 da ABNT, denominado Comitê Brasileiro de Gestão Ambiental, CB-38. Em 31 de dezembro 2004, a norma internacional de SGA foi revisada e atualizada, sendo esta segunda edição vigente atualmente, e denominada NBR ISO 14001:2004 (FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2007).

Através do histórico sobre evolução dos acordos e normas referentes à responsabilidade ambiental das organizações, podemos constatar que nas últimas décadas cresceram a mobilização e a preocupação da própria sociedade com estas questões. Devido a estes fatos, empresas iniciaram processos de implantação de sistemas que visam à redução das agressões ao meio ambiente, provocadas por suas atividades, de acordo com o seu compromisso ambiental, econômico e social. Dentro destes aspectos, a Comissão de Estudo Especial Temporária de Responsabilidade Social da ABNT elaborou a primeira edição da NBR/ISO 16001, de 30 de novembro de 2004 (ABNT, 2004f). Segundo esta Associação, esta norma estabelece requisitos mínimos para o desenvolvimento de um sistema de responsabilidade social em qualquer tipo de organização, com o objetivo de prover

elementos eficazes que auxiliem alcançar outros objetivos relacionados com os aspectos da responsabilidade social, tais como relações, processos, produtos e serviços de uma organização.

A responsabilidade social de uma organização deve estar baseada em três dimensões para sustentabilidade – a econômica, a social e a ambiental. Tendo em vista a necessidade da aplicação destes fundamentos, a norma NBR ISO 16001 deve ser aplicada em conjunto com as normas da série da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) NBR/ISO 9000 e/ou ABNT NBR/ISO 14000, e com a própria norma específica de sistema de qualidade para laboratórios de ensaios e calibração, NBR/ISO/IEC 17025, pelo motivo de que somente implantar o sistema de gestão de responsabilidade social não garante que a organização seja socialmente responsável. Mas com um sistema implantado e integrado com as demais normas citadas, principalmente a que instaura os requisitos para a gestão ambiental, a NBR/ISO 16001 pode contribuir de forma efetiva para a melhoria da qualidade de vida da sociedade, ao contemplar objetivos como:

- boas práticas de governança;
- combate à pirataria, sonegação e corrupção;
- práticas leais de concorrência;
- promoção da diversidade e combate à discriminação;
- promoção da saúde e segurança;
- proteção ao meio ambiente e aos direitos das gerações futuras;
- ações sociais de interesse público (ABNT, 2004f, p. 6).

A principal função da implantação destes sistemas é a de criar mecanismos seguros para prevenir possíveis impactos adversos da própria empresa no meio ambiente, a fim de reduzir ou eliminar este potencial, e, conseqüentemente, diminuir e prevenir estes impactos. Paralelamente às funções da aplicação destes sistemas, a busca de melhorias na qualidade ambiental e de vida dos funcionários e da comunidade do entorno sempre deve estar focada e considerada como objetivo principal da gestão ambiental, voltada à responsabilidade social. Com base neste objetivo, toda a formação das estruturas e infraestruturas é de grande importância para o meio ambiente.

1.2 Considerações sobre a importância da implantação do Sistema de Gestão Ambiental

A Gestão Ambiental pode ser considerada como uma estratégia eficaz na prática da proteção e conservação ambiental. As técnicas aplicadas contribuem para a formação de novas mudanças de modelos adaptativos em diferentes ambientes em questão. A GA possui vários instrumentos normalizados, sendo utilizados como objetos de estudo em várias áreas do conhecimento científico, como geografia, ecologia, biologia, química, geologia, engenharias, entre outras, agindo assim, interdisciplinarmente, em várias situações propícias e sujeitas a um tipo de gestão ou gerenciamento das condições ambientais, em especial aquelas sujeitas a impactos adversos de diferentes categorias. As principais normas e publicações nacionais associadas à Gestão Ambiental são da série ISO 14000, Resoluções do CONAMA, Práticas de Produção Mais Limpa, Procedimentos de Prevenção à Poluição, entre outras. Com o impedimento da aplicação dos mínimos requisitos para uma gestão do meio ambiente em um determinado local, toda a área fica comprometida, ao se tornar factível um acidente ou desastre ambiental, dependendo do grau de risco da atividade, seriedade e ética com que é tratada uma determinada produção, como é o caso das indústrias.

O SGA corrobora para a aplicação de procedimentos corporativos delineados através de normas específicas e que sejam adequadas à realidade da empresa ou instituição. Geralmente, o objetivo geral da implementação de um SGA é o aperfeiçoamento ou a melhoria da atenção dada pela empresa à qualidade ambiental em que ela mesma está inserida, e que, em certo nível, influencia diretamente na qualidade ambiental e de vida de todo um nicho ecológico no entorno das suas instalações.

Em empresas que não possuem nenhuma política ambiental, seja por falta de recursos financeiros ou por falta de conscientização, o SGA possivelmente só é aplicado quando existem condições favoráveis à sua continuidade, ou a obrigatoriedade legal é imposta pelas legislações vigentes.

O que se observa, então, é uma quantidade mínima de empresas que realmente se comprometem com a causa ambiental, independentemente das suas condições financeiras ou da imagem a zelar. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2005, apud SENAI, 2006) e do Instituto Nacional

de Metrologia – INMETRO (2009), em 2005 o Brasil possuía 147.358 empresas do setor industrial, sendo que até o ano de 2008 apenas 611 empresas tinham sido certificadas com a implementação da norma ISO 14001:2004, números estes muito inferiores em relação à realidade europeia, que até ano de 2006 possuía 56.825 certificações. Na Ásia eram 57.945 certificações e na América do Sul apenas 4.246 certificações (INMETRO, 2009).

Geralmente, estas empresas com SGA implantado seguem todas as orientações normativas, independentemente da necessidade de atingir metas para a conquista de selos ou certificados de garantia da qualidade ambiental. Segundo o Serviço Nacional de Aprendizagem da Indústria (SENAI), para os treinamentos em SGA existem duas abordagens que englobam o sistema básico para implantação dos programas, e que geralmente são consideradas:

- A) tratar de cada questão no momento em que ela pode trazer problemas para a empresa;
- B) tratar as questões ambientais de forma integrada e, de preferência, antecipar-se à sua ocorrência (SENAI, 2006, p. 5).

O primeiro passo para a implantação do SGA, e talvez o mais importante, é a criação e adequação da política ambiental da empresa e, posteriormente, embasada nesta política, a inclusão dos seus objetivos e metas. Segundo a NBR/ISO 14001/04, política ambiental é definida como uma *“declaração da organização, expondo suas intenções e princípios em relação ao seu desempenho ambiental global, que provê uma estrutura para ação e definição de seus objetivos e metas ambientais”* (ABNT, 2004b, p.5.). Para Assumpção (2005), em seu manual prático sobre implantações de SGA, a política ambiental define a filosofia de atuação da empresa, caracterizando a unidade dentro dos seus aspectos ambientais mais significativos, requisitos legais e a sua capacidade de gerenciamento global. Ela estabelece os comprometimentos ambientais traçados por um sentido geral de comando que forneça uma estrutura de ação.

Outro ponto importante que envolve as funções do SGA é a interligação entre as empresas que possuem sistemas semelhantes implementados, que é formada através de inspeções periódicas para avaliar o desempenho do sistema através de auditorias ambientais entre clientes, fornecedores de produtos e prestadores de serviço. Esta atividade está prevista na norma NBR/ISO 14001/04, no item 4.4.6c,

exigindo que a organização identifique e planeje as operações relacionadas aos aspectos ambientais, assegurando o seu cumprimento por meio de:

Estabelecimento, implementação e manutenção de procedimento(s) associado(s) aos aspectos ambientais significativos identificados de produtos e serviços utilizados pela organização e a comunicação de procedimentos e requisitos pertinentes a fornecedores, incluindo-se prestadores de serviço (ABNT, 2004a, p.10).

De acordo com este item, consideramos que esta comunicação, estabelecida entre as empresas que mantêm relações comerciais, inicia a formação de redes de cumprimento dos requisitos da norma através de avaliações de controle para seleção de serviços e fornecedores.

Empresas pressionadas por ações internacionais começaram a elaborar políticas específicas a fim de suprir certas deficiências, especialmente em relação ao desconhecimento de funções da empresa que podem agredir o ambiente. Cursos, palestras, treinamentos, entre outras explanações sobre auditorias e implantações de SGA esclarecem e orientam sobre um enfoque mais técnico, ou seja, o que envolve os requisitos gerais do sistema, como política, aspectos ambientais, metas e objetivos, controle de registros, análise crítica, entre outros. No entanto, pouco é exposto sobre a importância para o meio ambiente referente a estes trabalhos. Como observamos, para que o SGA seja efetivamente implantado, é necessário o envolvimento de todos os colaboradores da organização. Este envolvimento não deve ser apenas pela necessidade formal de cumprir metas, mas também deve ter um sentido educacional e sensibilizador mostrando que, além do cumprimento das metas, as medidas tomadas pelo sistema contribuem para a redução dos impactos adversos no meio ambiente, provocados pela empresa.

Fundamentando-se nesta questão, a própria estruturação da empresa deve possuir políticas apropriadas à sua realidade, organizadas através das suas atividades de planejamentos, responsabilidades setoriais e procedimentos operacionais, para que a forma de atuação dos recursos humanos, administração e diretoria, dentro do SGA, enfoque a conservação ambiental como objetivo principal. Ao mencionar estes pontos, cabe relacionar também que para esta implantação é necessária a provisão de recursos variados para garantir o cumprimento da política ambiental da empresa ou instituição (SENAI, 2000).

Empresas que objetivam os princípios do SGA enfocados apenas nas ações para a melhoria ambiental, independente do retorno econômico ou da melhoria da sua imagem perante os clientes, conseqüentemente atingem metas de redução de despesas, como os gastos referentes à destinação e tratamento de resíduos sólidos e efluentes. Estas metas incluem a economia no uso de matérias-primas, de insumos excedentes da produção, de recursos utilizados no sistema de produção, como água, energia elétrica e limitações dos aspectos de operações de risco. Desta forma, considera-se que a implantação do SGA não significa exclusivamente a obtenção de certificados de qualidade como a NBR/ISO 14001 ou “selos verde”, mas também a conformidade com as normas ambientais vigentes e aplicáveis à realidade das atividades da empresa, mantendo o controle do uso dos recursos naturais, riscos ambientais e emissões para o meio ambiente (BRASIL, 2002).

Fernandes (2003), ao discorrer sobre sistemas de gestão e as normas ISO, considera que o SGA permite que a organização exerça objetivos institucionais e estratégias a partir de uma análise do meio ambiente e dos impactos que a atividade produtora acarreta. Para o autor, com estes objetivos são formados os processos principais que reconfiguram toda a estrutura da empresa, incluindo recursos humanos e infraestrutura para alcançar os objetivos estratégicos propostos. Desta forma, considera-se que este tipo de sistema de gestão parte de um padrão definido como um conjunto de ações que buscam manter o equilíbrio entre suas atividades, sua permanência no mercado e a sua visão, considerando as necessidades de todas as partes interessadas, tais como clientes, acionistas, comunidade e sociedade.

A GA, entendida como uma forma eficaz de planejar, organizar e praticar ações ambientais, integra-se a outros elementos de gestão empresarial, para juntas alcançarem objetivos ambientais e econômicos estabelecidos pelo SGA (FIESP, 2007). Dentro destes princípios, cabe observar que o enfoque principal para a implantação do SGA visa o planejamento, a gestão e o controle ambiental, sendo eles necessários para a mitigação de danos, conservação dos recursos naturais e, principalmente, para o desenvolvimento de um ambiente local que proporcione melhor qualidade de vida. Portanto, a proposta para a sua elaboração e implantação é, primeiramente, a integração do planejamento, gerenciamento e política ambiental da organização (SANTOS, 2004, apud MORAES, 2006, p. 45).

Segundo o SENAI (2006), a gestão ambiental integra em seu significado:

1. a política ambiental, que é o conjunto dos princípios doutrinários que confirmam as aspirações governamentais no que concerne à regulamentação ou modificação no uso, controle e conservação do meio ambiente.
2. o planejamento ambiental, que é o estudo perspectivo que visa a adequação do uso, controle e proteção do ambiente às aspirações sociais e governamentais expressas formal ou informalmente por uma política ambiental, através da coordenação, articulação e implementação de projetos de intervenções estruturais e não-estruturais.
3. o gerenciamento ambiental, que é o conjunto de ações que se destinam para regular o uso, para o controle, para a proteção e conservação do meio ambiente avaliando também a conformidade da situação com os princípios doutrinários estabelecidos pela política ambiental (SENAI, 2006, p.14).

Como já considerado, com base nas argumentações levantadas, as ações executadas pelo SGA para o meio ambiente, nas mais diversas atividades, sejam elas dos ramos industrial, rural ou até mesmo comercial, trazem melhorias e proteção dos recursos naturais envolvidos, a exemplo do solo, água e atmosfera. Para Assumpção (2005), a implementação de um SGA traz a melhoria na performance ambiental de qualquer organização. Segundo ele, esta sistematização pode fazer com que os aspectos ambientais sejam identificados e controlados com a detecção dos principais riscos potenciais dos impactos adversos ao meio ambiente, tornando-os conhecidos, reduzidos ou mesmo eliminados. O principal objetivo deste tipo de controle é que todos os requisitos se tornem conhecidos por todos os recursos humanos envolvidos, e que assegurem o desenvolvimento de planos de ação condizentes com a realidade das atividades, ou dos problemas a serem discutidos e solucionados, evitando-se, assim, multas, interdições e outras penalidades por parte da fiscalização dos órgãos competentes.

A resolução dos problemas ambientais de uma empresa é o principal motivo para a elaboração de procedimentos que minimizem os impactos ambientais adversos, gerados por suas atividades. Muitas estratégias são elaboradas quando a direção de uma organização decide investir na implementação de técnicas para a melhoria da sua performance. A principal delas é a elaboração de projetos de redução de desperdícios e de custos, que são traçados através de definições de metas a serem atingidas. Entre as temáticas dos projetos, podemos citar o controle

e redução da utilização de insumos, partindo do pressuposto de que melhorias na eficiência da produção geram menos desperdícios de insumos, menos utilização de recursos naturais, como água e energia, menos geração de resíduos e, conseqüentemente, a redução das possibilidades de impactos ambientais negativos decorrentes. Outra área também abordada é a redução e eliminação de riscos perante as responsabilidades ambientais, quando determinadas atividades oferecem grandes possibilidades de acidentes, que podem atingir e danificar espécies vegetais e animais, podendo causar impactos sociais. Para melhorar este quadro, muitos profissionais devem ser envolvidos no programa e capacitados para identificar estes riscos e eliminá-los através de ações de controle.

Outro fator importante que envolve as vantagens da aplicação do SGA é o acesso facilitado ao capital de investimentos. No contexto da dinâmica da produtividade, a empresa necessita constantemente de investimentos e financiamentos para ampliar a sua produção, pois se isso não ocorrer ela tende a perder competitividade no mercado pela deficiência de sua produção e conseqüente alta dos seus preços. Instituições financeiras priorizam financiamentos a empresas que possuem políticas de responsabilidade ambiental. As principais vantagens oferecidas são créditos com prazos mais longos, cláusulas contratuais ambientais mais simplificadas, taxas de crédito mais baixas, entre outras. Existem também legislações em fase de aprovação, para serem homologadas no Congresso Nacional, como o Projeto de Lei n. 5.974/05, que dispõe sobre incentivos fiscais para projetos ambientais (BRASIL, 2005).

Na figura 1 estão resumidos os quatro principais conceitos que motivam os empresários a implantarem o SGA:

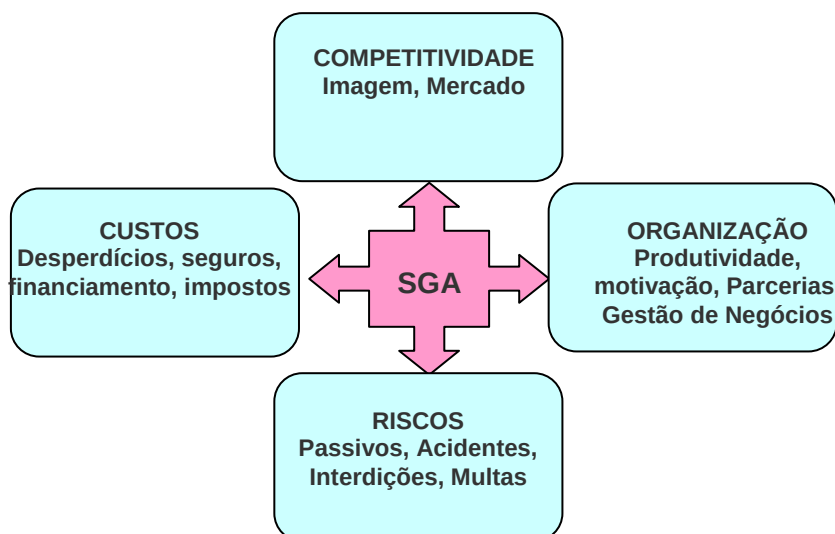


Figura 1 – Principais conceitos do SGA.
Fonte: Assumpção (2005, p.34).

A GA não pode ser confundida com um simples processo para certificação, que visa apenas o aumento das vendas e melhoria da imagem das empresas frente aos clientes e à sociedade, mas deve ser interpretada como um processo para criar técnicas de conservação do meio ambiente. Portanto, a adoção destes métodos contribui diretamente para o prolongamento das reservas naturais dos geossistemas envolvidos, fontes das matérias-primas usadas para a produção dos bens necessários e supérfluos para a sobrevivência humana.

Um dos posicionamentos da empresa é a sua atuação responsável sobre os processos industriais, resíduos e efluentes produzidos e descartados, bem como o desempenho de seus produtos e serviços em relação ao estudo do seu ciclo de vida. Para as empresas, a importância de se analisar toda a trajetória do produto durante a sua confecção, desde a matéria-prima até o seu descarte final, efetuado pelo consumidor direto, reflete diretamente no tipo de resposta dos estudos elaborados para a redução dos seus impactos ambientais adversos, muito além de sua área de entorno ou de influência imediata.

Esta percepção ambiental, fundamentada nas exigências do consumidor, também está fundamentada nas observações da ocorrência de impactos negativos, causados pelas empresas do ramo industrial. Os dados apresentados pelo SENAI (2006) apontam que nos últimos 20 anos as indústrias dos países desenvolvidos contribuíram com 1/3 do seu Produto Nacional Bruto (PNB) para a redução destes

impactos. Segundo esta mesma fonte de dados, a poluição do ar é gerada principalmente pelo ramo industrial, que é responsável por 40% a 50% das emissões de óxidos de enxofre e 50% de outros gases relacionados ao efeito estufa. Com relação à poluição da água, a indústria também é a principal contribuinte, com 60% da demanda bioquímica de oxigênio e 90% dos despejos tóxicos na água. Quanto ao lixo, o setor industrial contribui com 75% do lixo de classificação 1 (SENAI, 2006).

Na posição que concerne às atuações das atividades empresariais, levando em consideração a conservação do meio ambiente, é necessária uma avaliação dos investimentos financeiros a serem despendidos pela empresa ou instituição com a noção exata das metas a serem cumpridas. Dentre eles, investimentos para o desenvolvimento de técnicas para controle das principais fontes que afetam diretamente o meio ambiente, como dispersão de gases tóxicos, estocagem e destinação de resíduos, tratamento de efluentes, entre outros. Uma forma de a organização avaliar o montante destes investimentos é, primeiramente, traçar o grau de interação das suas forças produtivas com relação à capacidade de suporte ambiental. Esta dependência revelará o ponto culminante referente à margem dos investimentos, em decorrência da ausência de lucros, caso aumentem as divisas da organização. Interesses comuns devem ser considerados nas fases de nova estruturação da empresa nos moldes do gerenciamento ambiental, desde o funcionário *chão de fábrica*, gerência, até a alta diretoria, pois todos acabam fazendo parte de uma rede de ações integradas para o sucesso e continuidade da aplicação do SGA.

1.3 Processos para o controle ambiental em empresas

Os sistemas de controle ambiental, seguidos primeiramente de uma política ambiental sólida e objetiva, que se relaciona com a realidade da interação da empresa com o meio ambiente, acabam sendo fruto da ideia de que o projeto, a fabricação, o processo de distribuição e as decisões decorrentes das pesquisas e desenvolvimento devem estar alinhavados ao plano traçado de controle de impactos ambientais. Na empresa existe uma série de variáveis, como mudanças na qualidade de insumos, alterações de processos de produção, oscilações de vendas etc, que podem comprometer o seu desempenho ambiental, e se elas não forem

detalhadamente planejadas, podem causar riscos à sua própria sobrevivência no mercado. Esta posição da organização implica diretamente no processo produtivo, na qualidade ambiental e nas dinâmicas de ordem político-econômica, impostas por um mercado globalizado.

As indústrias que se planejam antes de iniciar as suas atividades organizam-se frente aos órgãos regulamentadores e fiscalizadores que exigem a estruturação da companhia, de acordo com a legislação ambiental vigente. Os principais órgãos e secretarias federais e estaduais que efetuam esta cobrança são: o Ministério do Meio Ambiente (MMA), o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) e Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), e, no caso do estado de São Paulo, a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) e Departamento de Avaliação de Impacto Ambiental (DAIA), órgãos da Secretaria do Meio Ambiente (SMA), que atua como agência fiscalizadora e emissora de licenciamentos ambientais. Estes órgãos governamentais fiscalizam a implantação dos sistemas de controle ambiental das empresas para a emissão da licença de operação das suas atividades, sendo esta licença o primeiro e mais importante documento para a empresa certificar o seu compromisso com o meio ambiente. Este licenciamento ambiental é emitido às empresas por órgãos governamentais estaduais, que agem como um instrumento regulador de controle das atividades potencialmente impactantes no meio ambiente. Entre estas atividades existem: extração e tratamento de minerais, atividades agrícolas e industriais, atividades ligadas à saúde, construção civil, transportes, fornecimento de energia e armazenamentos (BRASIL, 1986). De acordo com o Decreto Estadual de São Paulo nº 8468, de 08 de setembro de 1976, em seu artigo 57, as instalações que estão sujeitas a obter o licenciamento ambiental são:

- I - atividades de extração e tratamento de minerais;
- II - atividades industriais, observado o disposto no parágrafo único deste artigo;
- III - operação de jateamento de superfícies metálicas ou não metálicas, excluídos os serviços de jateamento de prédios ou similares;
- IV - sistemas públicos de tratamento ou de disposição final de resíduos ou materiais sólidos, líquidos ou gasosos;
- V - usinas de concreto e concreto asfáltico, instaladas transitoriamente, para efeito de construção civil, pavimentação e construção de estradas e de obras-de-arte;
- VI - lavanderias, tinturarias, hotéis e motéis que queimem combustível sólido ou líquido;
- VII - atividades que utilizem incinerador ou outro dispositivo para queima de lixo e materiais, ou resíduos sólidos, líquidos ou gasosos;

VIII - serviços de coleta, transporte e disposição final de lodos ou materiais retidos em unidades de tratamento de água, esgotos ou de resíduo líquido industrial;
IX - hospitais, sanatórios e maternidades;
X - todo e qualquer loteamento ou desmembramento de imóveis, independentemente do fim a que se destina;
XI - depósito ou comércio atacadista de produtos químicos e inflamáveis.
(SÃO PAULO, 1976)

Como forma de ordenamento para a liberação do licenciamento ambiental, é obrigatório para toda indústria, cujas atividades são potencialmente poluidoras do meio ambiente, a realização de um estudo de impacto ambiental para constar e, principalmente, avaliar e identificar sistematicamente os impactos ambientais nas fases de instalação e operação (BRASIL, 1986). Esta avaliação está inclusa nos princípios e objetivos da Lei 6938/81, sendo a mesma considerada como um instrumento de execução da Política Nacional do Meio Ambiente Lei 6938/81. A Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) se estabelece, de acordo com o SENAI, em:

- Utilizar um conjunto de procedimentos, desde o início do projeto, programa, plano ou política. Esses procedimentos visam garantir um exame sistemático dos impactos ambientais da ação proposta e suas alternativas;
- Permitir que seus resultados sejam apresentados ao público e aos que são responsáveis pela tomada de decisões;
- Apresentar os procedimentos necessários para garantir medidas de prevenção ao meio ambiente (SENAI, 2000, p. 40).

A legislação ambiental brasileira obriga, para qualificação do local, após os resultados da avaliação do impacto ambiental, a elaboração do Estudo de Impacto Ambiental e o Relatório de Impactos Ambientais (RIMA), como uma das etapas deste processo. Esta regulamentação está presente no CONAMA 01/1986 (BRASIL, 1986). Segundo esta Resolução, é necessário esclarecer a forma de uso do solo, relacionando-a com a ação proposta e a legislação vigente. Para Tommasi (1993), o EIA indica para a comunidade, de forma clara e distinta, os prováveis impactos da ação das instalações sobre o meio ambiente, sendo eles negativos ou positivos. De acordo com a Resolução CONAMA n. 01, esta prática coincide com as determinações da Política Nacional Brasileira Para o Meio Ambiente, pois em seu primeiro parágrafo diz:

[...] necessidade de se estabelecerem as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente. (BRASIL, 1988, p.1).

Para efetuar este estudo, é necessária a seleção de uma equipe multidisciplinar de especialistas, nas diferentes áreas do conhecimento, e correlacionada ao local de instalação, tipos de atividades e as áreas que serão potencialmente impactadas. Estes especialistas devem efetuar uma análise detalhada do local, elaborando um levantamento ambiental sistemático, prevendo as consequências da implementação do projeto da planta industrial, por métodos e técnicas de previsão dos impactos positivos e negativos. A observação destes especialistas estabelece medidas preventivas, corretivas e mitigadoras sobre os potenciais impactos ambientais dos processos gerados pela empresa. Existem duas principais técnicas muito utilizadas para iniciar este tipo de estudo, a fim de coletar dados preliminares para a elaboração do projeto. O primeiro procedimento a ser aplicado é a criação do *diagnóstico ambiental*, incluindo os principais recursos ambientais e suas interações. Com estes dados, é possível estabelecer a situação ambiental da área antes da implementação do projeto.

Os aspectos observados para se estabelecer um diagnóstico ambiental é a descrição do estado do meio-físico primeiramente, como o subsolo, as águas, o ar e o clima, assim como os recursos naturais, a topografia, os tipos e aptidões do solo, entre outros (SENAI, 2000, p.32).

Outro ponto é a caracterização do meio biológico e dos ecossistemas naturais, como a fauna e a flora, em todas as suas escalas. Por último, analisa-se o meio antrópico e as condições socioeconômicas, como uma forma de uso e ocupação do solo, os usos da água e a poluição ambiental. O próximo procedimento a ser implantado, após a análise dos dados do *diagnóstico ambiental*, é o desenvolvimento de um *prognóstico ambiental* que apresente um quadro que identifica a magnitude e a importância dos prováveis impactos relevantes. Com o *prognóstico ambiental*, é possível diferenciar os impactos negativos e os positivos, assim como o período de exposição aos impactos, como de curto, médio e longo prazo. Desta forma, fica definido o grau de reversibilidade dos impactos e se suas consequências são cumulativas ou são sinérgicas (SENAI, 2000; TOMMASI, 1993).

O próximo passo para o enquadramento do processo de implantação dos instrumentos de controle ambiental é a elaboração do Relatório de Impacto Ambiental, após os dados coletados pelo EIA, diagnóstico e prognóstico. A elaboração deste documento é exigida pela Lei 6938, de 31 de agosto de 1981, para a aprovação do licenciamento ambiental da instituição (BRASIL, 1986). Segundo o art. 9 do CONAMA 01/86, o RIMA deve ser de:

[...] linguagem acessível, informações ilustradas por mapas, cartas e quadros [...]; de modo que se possam entender as vantagens e desvantagens do projeto, bem como todas as consequências ambientais de sua implantação (BRASIL, 1986, p.1).

Após a implantação de um sistema consolidado de controle ambiental, a empresa ou instituição poderá ser periodicamente inspecionada pelos órgãos ambientais, reguladores e fiscalizadores governamentais. No caso do estado de São Paulo, a CETESB possui agências distribuídas por todo o estado. Estas inspeções são baseadas em resoluções e normas de outros órgãos federais, como o CONAMA e o IBAMA. A principal lei que obriga as instituições a seguirem os artigos aplicados às suas atividades é a de nº 9.605/98 – Lei de Crimes Ambientais, que responsabiliza criminalmente o diretor, administrador, o gerente e a própria empresa por práticas ilícitas de poluição ambiental, tratando de sanções penais para a punição dos transgressores, como aplicação de multas ou obrigação de reparos nas áreas impactadas (BRASIL, 1998).

Para o SENAI (2000), a Lei de Crimes Ambientais também pode ser considerada como uma penalização para ações educativas, pois demonstra a necessidade de combinar a penalização dos crimes ambientais com uma ação construtiva pró-ambiental, capaz de prevenir a ocorrência de novas agressões ao meio ambiente. Muitas das punições restringem-se à aplicação de penas educativas voltadas somente à reparação dos danos causados, podendo até serem perdoadas as outras penalidades impostas. Consideram-se estas ações benéficas e educativas por possibilitarem a aplicação de reparos diretos e atividades indiretamente associadas aos danos causados, como transportes para o fornecimento de matérias-primas e insumos, o que acaba beneficiando a sociedade como um todo.

Uma prática que no Brasil ainda é bastante nova, mas que pode ser aplicada como forma de prevenção para o controle ambiental, é a prática do “*Gerenciamento de Recursos*” (HELFAND; BERCK, 1995). Segundo os autores, este tipo de

gerenciamento requer o reconhecimento de três principais áreas para a valoração dos recursos: recursos em desenvolvimento, que podem ser investidos por pessoas interessadas; uso do solo e reconhecimento dos custos para o desenvolvimento da área; e recursos usualmente utilizados, que envolvem custos imensuráveis para a extração de recursos. Estas práticas apresentam outra visão relacionada à área estudada para a implantação de uma determinada atividade industrial ou de pesquisa. Ela envolve diretamente o planejamento dos custos envolvidos para estas instalações, através de uma análise financeira de investimentos detalhada para o setor. Outro autor que tece considerações sobre as aplicações do gerenciamento ambiental, com base nos custos desta aplicação, é Tor (200_). Para ele, os investimentos de curto prazo são compensados e melhorados a longo prazo, por uma série de vantagens adicionais, de novas oportunidades e inclusões em novas competitividades. Sendo assim, é necessária a classificação dos custos empresariais para o direcionamento dos investimentos, e estes derivam de:

- Informações sobre o meio ambiente;
- Estabelecimento paulatino do plano de gestão ambiental;
- Educação tecnológica e ambiental;
- Gestão de resíduos;
- Emissões e reduções;
- Gestão ecológica do próprio produto;
- Custos derivados das exigências administrativas
- Auditorias ambientais;
- Impactos da população de entorno e comunidade (TOR, 200_, p.1).

1.4 A NBR/ISO 14001 como instrumento para o controle ambiental em empresas

Após concluídas as implantações prévias, desde a avaliação dos impactos ambientais até a obtenção da licença ambiental, muitas empresas interessadas em manter um bom relacionamento com os clientes, sociedade, órgãos reguladores e com o mercado, optam por manter esta política de controle com a implantação da NBR/ISO 14001/04. Esta norma tem por objetivo estruturar as organizações com elementos eficazes, que podem ser integrados a outros requisitos de gestão, auxiliando no alcance de metas ambientais e econômicas. Para empresas que, além da responsabilidade ambiental, têm como objetivo escoar seus produtos para um mercado em expansão e globalizado, é essencial a certificação do SGA. Por outro

lado, a empresa que não possui a certificação não está, necessariamente, excluída da necessidade de proceder conforme os requisitos do SGA. De acordo com o SENAI (2000), é possível a empresa se autoavaliar através de uma auditoria ambiental, seguindo os itens da norma ISO 14001, e emitir uma autodeclaração de conformidade com esta norma. Este procedimento pode ser efetuado por muitas empresas que não possuem recursos financeiros suficientes para receber uma auditoria de certificação, mas que tomam conhecimento dos seus impactos ambientais e se responsabilizam tomando ações eficazes para o seu controle. Atualmente, o grande problema enfrentado pelas empresas que não possuem um posicionamento frente aos seus problemas ambientais é, primeiramente, o risco de diminuição da sua competitividade no mercado, e isto, sim, acaba pressionando a criação de ações em prol do meio ambiente.

Os SGAs são carentes de políticas e ações governamentais de cobrança direta para com as empresas críticas, ou seja, as que mais contribuem para a poluição ambiental. Para elucidar melhor esta realidade, conforme o SENAI (2000), é necessária a certificação ambiental para se adequar a um mercado competitivo e globalizado, sendo imperativa a aplicação de práticas de gerenciamento ambiental condizentes com o desenvolvimento sustentável.

Neste mesmo contexto, Vaz (2001, p. 21-26) afirma que a necessidade de uma empresa possuir uma certificação ambiental é cada vez maior devido à “mundialização” da economia. Assim, conclui-se que a maioria das empresas realmente busca, primeiramente, a satisfação dos clientes e a sua inserção no mercado, antes mesmo de se preocupar com os danos causados ao meio ambiente e com a criação de práticas de controle com o SGA.

Segundo Fernandes (2001), existem dois principais condicionantes para o sucesso da implantação e continuidade do SGA: a *Tecnologia*, e a aplicação e eficiência dos *Procedimentos*. No entanto, é importante que a população esteja consciente e esclarecida sobre os problemas ambientais, selecionando as marcas dos produtos que comprem, procurando saber sobre a responsabilidade social e ambiental da empresa fabricante, assim como dos seus fornecedores.

De forma geral, a sociedade pode pressionar os órgãos fiscalizadores através de audiências públicas no processo de licenciamento ambiental, para que atuem efetivamente na cobrança do gerenciamento ambiental das indústrias e demais instituições, pois somente com esforços mútuos para a minimização dos resíduos,

interligados à tecnologia do processo, e o conhecimento de como as operações estão sendo realizadas, é que uma rede interativa de minimizações de impactos será aplicada ao meio ambiente (BRASIL, 1986).

Assim, podemos considerar que o SGA faz parte do sistema administrativo geral de uma empresa, abrangendo sua estrutura organizacional, atividades de planejamento, responsabilidade, treinamentos, processos e recursos para a implantação e manutenção da gestão ambiental. Vaz (2001, p.24) considera que o SGA pode contribuir para a empresa de várias formas:

- Identificar e controlar aspectos, impactos e riscos ambientais relevantes à organização;
- Atingir sua política ambiental, seus objetivos e metas, incluindo o cumprimento da legislação ambiental;
- Definir uma série básica de princípios que guiem a abordagem da sua organização em relação a suas futuras responsabilidades ambientais;
- Estabelecer metas de curto, médio e longo prazos para o desempenho ambiental, assegurando o equilíbrio de custos e benefícios para a organização;
- Determinar que recursos são necessários para atingir tais metas, garantir responsabilidades por elas e comprometer os recursos necessários;
- Definir e documentar tarefas, responsabilidades, autoridades e procedimentos específicos para assegurar que cada empregado aja no curso de seu trabalho diário para ajudar a minimizar ou eliminar o impacto negativo da empresa no meio ambiente;
- Comunicar tudo isso à organização e treinar pessoal para cumprir eficazmente seus compromissos;
- Medir o desempenho em relação a padrões e metas preestabelecidas e modificar a abordagem se necessário;

A descrição do SGA pode ser caracterizada por uma série de etapas planejadas e coordenadas de ações administrativas, procedimentos operacionais, documentação e arquivamento, implantadas por uma estrutura organizacional especial, com responsabilidades, justificativas e recursos definidos, centrada na prevenção dos impactos ambientais adversos, assim como na promoção de ações e atividades que preservam e/ou intensifiquem a qualidade ambiental. O sistema é uma importante ferramenta de soluções de problemas, que pode ser implantado por uma organização de várias maneiras, dependendo do setor de atividade e das necessidades requeridas pela administração.

Para Barbeiro (2005), um SGA corresponde a um conjunto interrelacionado de políticas, práticas e procedimentos organizacionais, técnicos e administrativos de uma empresa que objetiva obter melhor desempenho ambiental, bem como controle e redução dos seus impactos ambientais. Nesta estrutura, a organização pode criar um sistema para acessar seus impactos através de indicadores ambientais da planta, levantados por catalogação e quantificação dos seus impactos ambientais, não sendo simplesmente de atividade por atividade, mas através de toda a planta ou organização (GALLAGHER; DARNALL, 1999).

As constantes mudanças no cenário mundial, com relação à problemática e aos conflitos ambientais, forçaram o mercado internacional de produtos a priorizar o enquadramento de empresas que implantassem ações de controle ambiental em sua produção. Dentro deste contexto, uma nova mentalidade e novas estratégias passaram a ser traçadas por parte da Gestão Administrativa das organizações, para a continuidade ou inserção no comércio globalizado de produtos. Para que houvesse um amadurecimento completo da meta do SGA, foi necessário que as organizações introduzissem esta implantação partindo de fases hierárquicas. De acordo com Donaiere (1995), apud Freire (2000), a primeira fase é a do *Controle Ambiental nas Saídas*, que busca a instalação de equipamentos com a função de controle da poluição ambiental no final do processo, fato que geralmente se mostra pouco eficaz e com altos custos. A segunda fase parte do *Controle Ambiental nas Práticas e Processos Industriais*, estando diretamente ligada à produção com ênfase na prevenção da poluição, tendo como princípios básicos a seleção de matérias-primas, reaproveitamento de energia, reciclagem de resíduos e integração com o meio ambiente. A terceira fase é a do *Controle Ambiental*, ligada diretamente à Gestão Administrativa, que considera, além das preocupações ambientais e da contenção de gastos com multas e punições dos órgãos ambientais, também a satisfação do consumidor que se preocupa com o conteúdo e a forma como são feitos os produtos. Neste contexto, Freire (2000) conclui que o controle ambiental deixa de acontecer em função da produção e passa a ocorrer em função da alta gerência administrativa.

Uma das principais abordagens do SGA é, primeiramente, ligar a responsabilidade do sucesso da implantação ao compromisso da companhia ou instituição com a conservação do meio ambiente, inserindo todos os funcionários na

conscientização ambiental para a formação continuada de todos que são, direta e indiretamente, responsáveis nos diferentes níveis de função na empresa. As fases hierárquicas de implantação, que visam somente à elevação da imagem do produto frente ao consumidor, devem ser substituídas por um compromisso maior com a sustentabilidade em escala planetária. Segundo Cavalcanti (1996), as novas empresas compreendem a importância da adoção de medidas para proteger e conservar o meio ambiente, buscando alcançar um desempenho ambiental estruturado nos conceitos da sustentabilidade. Empresas que visam o seu controle ambiental no âmbito dos impactos dos seus produtos e serviços, levando em consideração sua política de meio ambiente, seus objetivos e metas ambientais, têm em suas mãos uma ferramenta em potencial para minimizar seus problemas ambientais.

Parizotto (1995) afirma que essa nova forma de concepção, com relação aos objetivos do SGA, vem sendo introduzida com maior frequência nas gestões administrativas das empresas, tendo em vista a crescente preocupação da variável ambiental por parte da sociedade. A principal linha de pensamento e a mais comum entre as empresas que adotam o SGA, visando primeiramente a conservação ambiental, está presente nas normas internacionais de gestão ambiental, em especial na NBR/ISO 14001. O principal objetivo desta norma é oferecer às empresas os requisitos básicos para a implantação do Sistema, podendo conduzir os seus propósitos e metas, adequando-os aos conceitos de sustentabilidade ambiental e melhorando, conseqüentemente, a conservação dos recursos ambientais (FREIRE, 2000).

Como já vimos, nas últimas décadas houve um grande aumento no número de certificações segundo o sistema da NBR/ISO 14001, no Brasil, de acordo com dados da *The ISO Survey of ISO 9000 e ISO 14000*. Em 1995, o Brasil tinha apenas duas certificações, em 2008 já eram mais de 600 as empresas que tomaram posse do certificado. Algumas empresas especializadas afirmam que somente no ano de 2002 foram mais de 350 certificações (GUETHI JUNIOR, 2004). Os investimentos para a certificação muitas vezes não são tão expressivos, tendo em vista que as empresas já devem possuir um determinado controle ambiental das suas atividades para receber a licença de operação. Além dos ganhos em melhorar a imagem da empresa frente ao mercado e aumentar os seus horizontes de atuação, as empresas

certificadas acabam provocando a adoção de um novo comportamento nas pessoas envolvidas e novas formas de prevenção à poluição.

Entre as outras normas internacionais, e que também podem servir de base para a implantação de SGA, além da série ISO 14000, a União Européia estabelece a implantação de políticas ambientais, programas de sistemas e gerenciamento ambiental para as empresas segundo a *The ECO-Management and Audit Scheme* (WALLSTROM, 2003). Esta norma serve, principalmente, para estimular a participação voluntária das empresas em um sistema comunitário de eco-gestão e auditoria, conduzindo avaliações sistêmicas, objetivas e periódicas sobre a performance ambiental das empresas.

Guethi Junior (2004) acredita que o assunto meio ambiente está conseguindo estimular ações imediatas e atividades futuras em todos os setores industriais. Seja por motivos de interesse econômico, ou pelo interesse em melhorar a conservação ambiental para a sustentabilidade, as empresas estão investindo em áreas que pretendem privilegiar, como:

- Adoção de energia mais limpa;
- Recirculação e recuperação de água;
- Melhoria do projeto, *design* e embalagem do produto;
- Treinamento da mão-de-obra para gestão ambiental;
- Implementação do sistema de gestão ambiental

Um dos principais aspectos que deve ser focado para a implementação de SGA, seguindo ou tomando como base a Norma NBR/ISO 14001 e NBR/ISO 16001, equivale às políticas de melhoria contínua apresentadas na metodologia do *PDCA* (*Plan, Do, Check, Act*). (ABNT, 2004b; 2004e).

Para Assumpção (2005), a metodologia do *PDCA* pode ser aplicada nas várias etapas do sistema. A primeira é a etapa “PLANEJAR” (*PLAN*), que identifica os aspectos das atividades, produtos e serviços que serão gerenciados para proteger o meio ambiente, ou seja, correspondente à identificação das atividades e produtos que possuam riscos de provocar acidentes ambientais. Para o autor, ao seguir a norma, depois de identificados os aspectos ambientais, é necessário traçar

o desenvolvimento de planos de ação e monitoramento de controle para que os riscos ambientais sejam minimizados ao máximo.

A próxima etapa é “FAZER” (*DO*), que envolve a organização para desenvolver processos que gerenciam as atividades ou produtos que possam ter impacto ambiental adverso significativo (BARBEIRO, 2005). Os processos desenvolvidos para gerenciar as atividades envolvem a estruturação para definir, documentar e comunicar as regras, responsabilidades e autoridades a todos os envolvidos. No entanto, também é necessário indicar um representante da administração com a responsabilidade de assegurar que o SGA seja seguido pelos envolvidos e também avaliar a sua performance, sendo ele um porta-voz imediato da alta diretoria. Para Assumpção (2005), este cargo geralmente é submetido ao Gestor Ambiental, que deve conduzir e gerenciar todo o programa, além de incluir algumas complementações.

Na etapa “MONITORAR” (*CHECK*), a organização deve se certificar que as atividades potencialmente impactantes estejam sendo realmente controladas e minimizadas. As ações tomadas para exercer esta orientação são avaliações de conformidades exercidas nas auditorias ambientais, avaliações de atendimento a requisitos legais e regulatórios e acompanhamentos da performance ambiental. Todas estas atividades desenvolvidas devem ser devidamente registradas, a fim de evidenciar para a Administração e demais fiscalizações o acompanhamento e aplicação dos princípios do SGA na prática diária, pelas pessoas diretamente envolvidas (BARBEIRO, 2005). A não existência de um sistema de monitoramento em um SGA é semelhante a caminhar em um quarto escuro, sabendo que se está movimentando, mas sem saber para onde, quais são os problemas ou obstáculos que ocorrem ao seu redor e se são necessários outros caminhos.

A última etapa mostrada na norma é a “AGIR” (*ACT*), que requer uma análise crítica do SGA pela alta diretoria, para garantir a continuidade da sua adequação e sua eficácia, permitindo o registro do desenvolvimento e das evoluções ocorridas correlacionadas aos aspectos ambientais (ASSUMPÇÃO, 2005). Esta etapa é inteiramente de responsabilidade da alta diretoria da empresa, que pode julgá-la necessária ou não, porém o reconhecimento do SGA depende da aplicação desta etapa para receber o seu devido valor e até mesmo o apoio necessário para se manter em andamento.

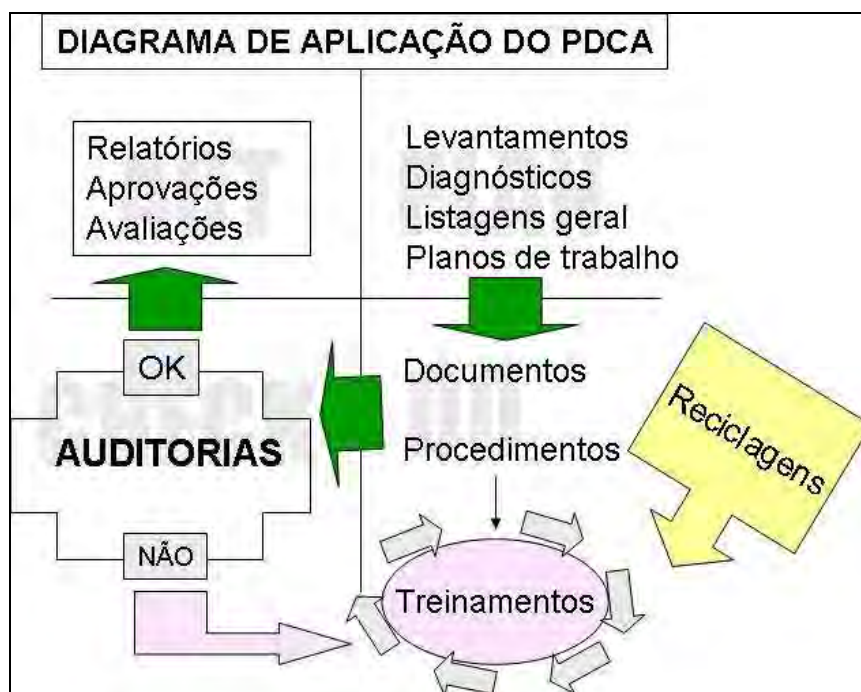


Figura 2 – Diagrama de aplicação do PDCA na Bioagri Laboratórios.
 Fonte: ABNT (2004b, p.3). Adaptado por Fábio E. Penatti, janeiro, 2009.

A NBR/ISO 14001 tem se mostrado um instrumento muito eficaz, que consiste no controle dos impactos ambientais causados pelas atividades das empresas ou demais instituições (organizações). A norma canaliza a criatividade de todos os membros da organização, que se tornam agentes ativos da proteção ambiental, da conservação de recursos e da melhoria da eficiência do sistema. A norma, por ser flexível, pode ser aplicada e adaptada em muitos segmentos empresariais, desde uma pequena empresa do terceiro setor até uma grande indústria do primeiro setor, proporcionando um aumento de oportunidades para todos os níveis dos segmentos produtivos de adentrarem no mercado mundial de produtos, pois, de acordo com esta norma, os desempenhos econômico e ambiental devem andar alinhados.

Devido às características da NBR/ISO 14001 ser uma norma aberta e que desenvolve níveis de interatividade e criatividade como resposta aos desafios ambientais encontrados, e que muitas vezes não podem ser controlados pelos principais responsáveis diretamente envolvidos, uma das principais linhas seguidas para desenvolver sistemas de controles ambientais, principalmente na produção, é a de Prevenção à Poluição. Esta vertente de procedimentos, conforme Guethi Junior (2004) expôs em seu estudo sobre implantação de SGA em uma indústria de metal-mecânica, consiste em reduzir ou eliminar a geração de poluentes ou resíduos na fonte, através de atividades que promovam, encorajam ou exijam mudanças nos

padrões básicos de comportamento industrial, comercial e geradores institucionais (DONATTI, 1998, apud FREIRE, 2000). As ações de prevenção à poluição aplicam-se a todos os tipos de processos e representam uma revisão abrangente e contínua das atividades numa organização. São ações orientadas para a melhoria das técnicas de gerenciamento das atividades, mudanças de materiais, aplicação de melhores tecnologias de fabricação, além daquelas voltadas às mudanças do produto no desenvolvimento do projeto, que vai desde a escolha dos insumos até a sua disposição final, passando por todo o processo de produção. Podemos concluir que, pelo conceito de prevenção à poluição, suas características são de nortear as atividades de implantação da NBR/ISO 14001.

Além de todos os instrumentos para a aplicação do SGA, do ponto de vista técnico é necessário e essencial envolver os funcionários através da distribuição de responsabilidades. Uma das principais formas de atrair os funcionários para a importância da disseminação das atividades e novas técnicas para implantação do SGA é através do envolvimento humano e social, compartilhado em palestras, treinamentos, cursos, campanhas, programas, eventos, entre outros, que envolvam todos os funcionários para uma ação em conjunto. Para Lima (200_, p.1), cada indivíduo deve compreender a importância de estar comprometido com a qualidade ambiental da sua cidade, do seu bairro, da sua casa e do seu posto de trabalho, e para alcançar o compromisso das pessoas é necessário um trabalho de sensibilização para que elas se sintam parte integrante do meio ambiente, tendo um acesso maior a conhecimentos básicos sobre o assunto, que as auxiliem na identificação das principais fontes geradoras de impactos ambientais.

Ao nos atermos mais profundamente à formação continuada dos funcionários envolvidos com o SGA, a forma que mais se aproxima do atendimento dos objetivos das atividades desenvolvidas é a implantação de um PEA para os funcionários. Com este programa é possível contextualizar e explicar aos funcionários os potenciais impactos ambientais negativos relacionados às atividades da empresa. Os cursos e treinamentos podem ser apresentados tendo como base o levantamento dos aspectos ambientais abrangidos na sua temática, para a assimilação de informações que envolvam a problemática ambiental, verificada no cotidiano destas pessoas, bem como seus comportamentos.

A Educação Ambiental nas organizações tem um papel muito importante para a ação e a busca de soluções concretas para os problemas ambientais que ocorrem,

principalmente, no dia-a-dia dos funcionários, no local de trabalho, na execução de suas tarefas, dando-lhes alternativas de atuação para a melhoria da sua qualidade ambiental (PEREIRA; MARQUES; AGUIAR, 2003, p. 51). A introdução desta estratégia de conscientização dos funcionários acaba envolvendo mudanças culturais que, do ponto de vista psicológico, consistem em uma grande barreira, devido à grande resistência na aquisição de novos hábitos. O ser humano deve se sentir renovado com as informações adquiridas, e assim se envolver intimamente com a posição da organização para a melhoria da qualidade ambiental e, conseqüentemente, da qualidade de vida. Segundo o autor, os principais fatores de aceitação dessas mudanças culturais são:

- Investimentos em treinamentos;
- Estímulo a um alto volume de sugestões e idéias dos integrantes;
- Reconhecimento e recompensa dos integrantes por sua participação ativa na melhoria da organização;
- Sistemas de acompanhamento e melhoramento de desempenho e resultados;
- Estruturas organizacionais baseadas em equipe;
- Consciência de cada um para os resultados organizacionais. (PEREIRA; MARQUES; AGUIAR, 2003, p. 52).

Assim, com base na discussão apresentada pelos diferentes autores, podemos afirmar que, para ser incorporado na rotina das atividades da organização, o SGA necessita de uma mudança de percepção e consciência ambientais dos agentes envolvidos. A inserção desses novos conceitos na cultura dos funcionários e da diretoria exige a participação num sistema de treinamento eficiente e contínuo, executado através do PEA direcionado aos vários níveis hierárquicos da empresa, tendo em vista que cada nível exerce funções distintas, além de apresentar necessidades diferenciadas em função de seus papéis sociais.

1.5 A influência da sociedade para a conservação ambiental com base no SGA

A sociedade exerce suas funções e atividades econômicas, culturais, profissionais, entre outras, de acordo com os níveis de acesso aos recursos naturais e ao desenvolvimento das técnicas e tecnologias, além da velocidade da transformação destes recursos em bens de consumo. Esta transformação envolve a aplicação de técnicas que, quanto mais avançadas, mais facilmente os insumos ou matérias-prima se tornarão produtos acabados para serem utilizados pela sociedade. Mas qual o preço da facilidade deste acesso? O que está sendo feito para que os impactos ambientais negativos nos ecossistemas, que possuem recursos naturais utilizados pelas indústrias, se reduzam?

O aumento das preocupações das indústrias com relação à conservação ambiental é o início do processo de ação para a redução dos seus impactos negativos no meio ambiente. Novas técnicas são desenvolvidas para que se diminua o uso de matéria-prima ou insumos para a sua produção. Independente dos verdadeiros objetivos da implantação destas técnicas, sejam eles econômicos, sejam eles de responsabilidade ambiental, o fato é que ações estão sendo tomadas para conservação de muitas reservas de recursos naturais, a exemplo das minerais, energéticas, florestais etc. O princípio da conservação significa economia e segurança para um país, segundo a Fundação Brasileira para a Conservação da Natureza (FBCN). Nesse sentido, podemos dizer que o respeito pelos componentes da natureza, como, principalmente, ar, água e solo, vem sendo levado em consideração, conduzindo-nos para um uso menos prejudicial das áreas ligadas a estas reservas (FBCN, 1976), usando técnicas mais sustentáveis de produção, como a diminuição no uso de insumos para a produção, tratamento de resíduos industriais, planejamento da logística de distribuição das mercadorias, entre outras. Estas novas atitudes podem estar baseadas na necessidade do manejo consciente do uso humano dos seres vivos e ecossistemas, com a finalidade de garantir a sustentabilidade desse uso (DIEGUES, 2000). Desta forma, vários propósitos da conservação podem ser estabelecidos, dentre eles, o principal, a responsabilidade do homem para com a conservação ambiental dos países (FBCN, 1976).

Na contramão desses princípios, porém, está o sistema capitalista, cuja função é envolver as pessoas para dar continuidade ao ciclo de capitais. George

(1973) deu a estas sociedades envolventes o nome de: *sociedades industriais*. Para o autor, a economia industrial integra a vida das pessoas nas unidades de espaço e tempo criadas por ela, trazendo problemas ao meio ambiente vivido e modificando as condições originais do espaço ocupado.

Segundo Cajka (2001, p.271), “as propriedades das culturas são explicadas pela contribuição que fazem para a manutenção e sobrevivência do ecossistema”. Sendo o sistema econômico um modo capitalista de produção e circulação, a cultura da sociedade é forjada dentro dos moldes deste sistema, para que a necessidade de consumo dos bens materiais seja elemento essencial para a qualidade de vida almejada pela população. Portanto, além da indústria ter que mudar o seu modo de produção, seguindo os princípios de responsabilidade ambiental, faz-se necessária também a transformação comportamental de todos que estão envolvidos no processo de circulação dos bens fornecidos pela indústria, induzidos à compra dos produtos mostrados pela propaganda e ao descarte dos resíduos gerados pela perda de função destes materiais, substituindo-os por novos.

Partindo das ações da própria sociedade, e também da indústria, o essencial é que os aspectos ecológicos sejam continuamente valorizados pela indústria e pelos consumidores, de modo a promoverem ainda condutas proambientais, visando a uma conservação do meio ambiente. Para este fato, existe uma necessidade de integrar os aspectos ecológicos aos modelos de desenvolvimento do sistema capitalista, para que o crescimento econômico seja estável e duradouro, e que haja previsão de impactos ecológicos econômicos, delineada pela tomada de decisões (BURMAN; DANILOV-DANIKHAN, 1998). Infelizmente, a falta de conexão entre os sistemas socioeconômicos e ecológicos são reais. O SGA, além das suas principais funções, pode ser aplicado como um veículo para unir estes sistemas, através da aplicação de métodos de integração entre a ecologia e a economia. Estes métodos podem ser aplicados dentro de uma organização, como por exemplo, técnicas de análises de investimentos para controle ambiental visando redução de despesas, mas também fora, como programas de educação ambiental para a comunidade do entorno, visando à melhoria da aceitação das instalações da organização em determinado local.

Portanto, os procedimentos metodológicos do SGA são desenvolvidos de acordo com a necessidade da realidade dos riscos proporcionados por uma organização, enquanto que os grupos específicos desenvolvem novas técnicas de

produção, assim como procedimentos operacionais para manter o SGA desempenhando o seu verdadeiro princípio – a conservação ambiental. Enfim, considerando a definição de GA como a “direção e controle do uso dos recursos naturais, dos riscos ambientais e das emissões para o meio ambiente” (BRASIL, 2002, p. 2), o motivo pelo qual esta administração do meio ambiente é implantada em um determinado ambiente local é para evitar ou reduzir mudanças nas suas características originais, ou seja, *mudanças ambientais*.

2. OS PROBLEMAS AMBIENTAIS CAUSADOS PELO MANEJO E DESCARTE IMPRÓPRIO DE RESÍDUOS QUÍMICOS DE LABORATÓRIO

A poluição ambiental vem despertando a sociedade para uma reflexão sobre os questionamentos que envolvem a continuidade da vida na Terra. Esta reflexão torna o homem, a cada dia, mais consciente das mudanças que suas ações provocam no meio ambiente, especialmente se essas mudanças influenciam diretamente as condições do entorno, prejudicando a sua própria qualidade de vida.

Entre os vários problemas detectados pela população humana em relação ao meio ambiente, a poluição e as estimativas de esgotamento de recursos naturais são os principais pontos que geram tensão na comunidade internacional e nos governos, provocando discussões sobre melhorias da qualidade ambiental das populações humanas, pois envolvem diretamente a economia mundial e as condições sociais do desenvolvimento.

O termo poluição ambiental é bastante abrangente, sendo passível de diferentes definições. O conceito jurídico de poluição ambiental considera a mesma como resultante da degradação da qualidade ambiental, causada por atividades que prejudicam o bem estar da população, tendo como consequências sobras e restos de matérias-primas mal utilizadas, assim como resíduos do final do processo de produção (BRASIL, 1975). Dentre os processos de poluição nas três principais áreas do meio ambiente natural: ar, água e solo, a poluição da água e a do solo se destacam devido ao contato com altas concentrações de resíduos, embora afetem espaços bem menores, se comparados à dissipação de gases causados pelas poluições atmosféricas.

Os resíduos químicos de laboratório se caracterizam como poluentes por apresentarem riscos à saúde humana e ao meio ambiente (BRASIL, 2004). No caso de não serem manuseados de acordo com metodologias seguras, baseadas em legislações vigentes, podem se tornar potencialmente poluentes de solos, subsolos, águas superficiais e subterrâneas caracterizando uma situação de risco, ou até mesmo de perigo ambiental, chegando até a se converterem em cenários de desastres ambientais de grande magnitude, mudando expressivamente o meio ambiente afetado.

Muitas formas de interações do homem com o meio ambiente podem deteriorar efetivamente o equilíbrio do ecossistema. Uma delas provém diretamente da necessidade humana de consumo de bens materiais, sejam eles duráveis ou não-duráveis, que permitam uma vida confortável, independente dos danos causados pela sua produção. Entre estas ações, por exemplo, estão os rejeitos industriais gerados pelo uso de insumos destinados à produção de bens materiais. Parte desses rejeitos não recebe tratamento eficaz e preventivo relacionado aos impactos ambientais negativos. Dentre estes insumos estão os solventes orgânicos, utilizados em larga escala pela indústria, mas nem sempre destinados corretamente e legalmente.

Há grande diversidade de usos desses solventes, tais como domésticos, produção industrial, desengraxantes industriais, até análises químicas laboratoriais específicas. Os solventes orgânicos são usados também como principais meios diluentes para os diferentes processos de análises físico-químicas laboratoriais, principalmente quando estes ensaios envolvem substâncias-teste de compostos orgânicos, como, por exemplo, saneantes biodegradáveis, agrotóxicos, fármacos, entre outros. A maioria destes solventes tem um poder muito forte de interação com a água, de forma que sua presença no meio ambiente é praticamente imperceptível, se considerarmos que a sua solubilidade é alta em corpos hídricos e na umidade presente nos solos (POHANISH; GREENE, 1997). O grande problema enfrentado, atualmente, é que as concentrações destes compostos encontrados em águas superficiais e subterrâneas, assim como nos solos, podem afetar consideravelmente o equilíbrio destes ecossistemas, dependendo do grau de toxicidade destes resíduos, principalmente se encontrados em soluções com mais de dois componentes.

Devido a esses fatos, torna-se necessário o desenvolvimento de estudos que enfoquem as principais consequências ambientais referentes ao contato dos resíduos líquidos, provenientes de análises físico-químicas laboratoriais, com os corpos de águas. Este contato interfere diretamente e pode modificar, não somente as condições de qualidade e potabilidade da água, como também causar danos, reversíveis ou não, à fauna, à flora e à saúde humana.

Levando-se então em consideração que o ser humano se utiliza das matérias-primas e, depois de utilizá-las de forma específica, de acordo com o seu objetivo, necessita descartá-las de forma correta, vemos como necessária uma capacitação prévia de profissionais envolvidos para que todas as etapas, do manuseio ao descarte, não sejam efetuadas de forma insegura e irresponsável, gerando riscos que podem acarretar acidentes ocupacionais ou ambientais.

2.1 Os laboratórios de análises químicas 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. Para a sociedade, os laboratórios exercem a função de buscar respostas e provas científicas que possibilitem melhorias para o bem estar da população. Nestes locais são realizadas experiências, análises e pesquisas, com o objetivo de apresentar resultados de interesses coletivos ou individuais, assim como de melhorar a qualidade dos produtos utilizados pela população, além de exames clínicos, avanços tecnológicos, entre outros (LAINHA, 2003).

Os laboratórios de análises químicas estão inseridos na linha de pesquisa das ciências exatas e biológicas. Nestes locais são efetuadas atividades que exigem a prática de reações, transferência de substâncias de diversos tipos de produtos, processos químicos etc.. Estas atividades devem ser desempenhadas com técnicas de boas práticas e proteção à saúde do operador, para que os riscos presentes nestes processos não comprometam a sua integridade física e os resultados adquiridos (SILVA; CARREIRA, 2003; BRASIL, 2008).

Segundo Silva e Carreira (2003), cuja opinião foi exposta em um curso sobre gerenciamento de resíduos em laboratórios, os resíduos gerados pelos laboratórios são subprodutos das análises, que podem conservar ou potencializar as características dos produtos químicos que os originaram, podendo assim causar danos diretos ou indiretos ao solo, água ou ar. Portanto, o uso de solventes orgânicos para a efetivação de algumas análises, assim como a destinação dos resíduos gerados por estes produtos, deve ser realizado com técnicas específicas de segurança, para que não comprometa a saúde da equipe laboratorial, e evitando, ao máximo, riscos potenciais ao meio ambiente, devido à periculosidade e toxicidade dos compostos dos resíduos.

Quando nos voltamos aos estudos sobre os resíduos gerados em laboratórios de análises físico-químicas, consideramos que a geração de resíduos é um dos principais aspectos ambientais desta 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. Estes mesmos subprodutos, que também podem ser chamados de resíduos líquidos de laboratório, possuem uma classificação de resíduos perigosos de classe I, segundo a NBR 10004 (ABNT, 2004a). Além do uso desta norma para a classificação dos resíduos, é importante frisarmos que a mesma é complementada por outras normas que orientam sobre os procedimentos de amostragens de extratos lixiviados, extratos solubilizados e de resíduos sólidos, como a NBR 10005, NBR 10006 e NBR 10007 (ABNT, 2004c; ABNT, 2004d; ABNT, 2004e).

De acordo com a NBR 10004 (ABNT, 2004), a periculosidade de um resíduo está presente nas suas propriedades físicas, químicas ou infecto-contagiosas, o que oferece riscos à saúde pública e/ou ao meio ambiente. Tendo em vista que a geração destes resíduos é proveniente de dois tipos principais de produtos que possuem estas propriedades, ou seja, para mistura de solventes orgânicos com amostras de componentes orgânicos, como os agrotóxicos, podemos inferir que estes compostos mantêm as suas características ou potencializam os seus riscos. Os resíduos que têm como principais componentes solventes orgânicos podem apresentar toxicidade, inflamabilidade, reatividade e corrosividade, sendo classificados, portanto, como resíduos perigosos, dependendo das suas características e do estado químico em que se encontram. A maioria dos solventes

utilizados em análises físico-químicas tem características de inflamabilidade e toxicidade (CHRISPINO, 1994; CETESB, 2003).

De acordo com uma breve pesquisa em sistemas de gerenciamento de resíduos de alguns laboratórios de universidades e empresas do país, podemos constatar que os principais solventes orgânicos utilizados para efetuar análises físico-químicas são: acetona, álcool etílico, álcool isopropílico, álcool metílico, benzeno, ciclohexano, cloreto de etila, clorofórmio, diclorometano, éter de petróleo, fenol, formaldeído, hexano, éter etílico, tetracloreto de carbono, tolueno e xilenos (CRISPINO, 1994; PACHECO et al., 2003; MACHADO, 2005; BIOAGRI LABORATÓRIOS, 2005; UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 1996; UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA, 2002; UNIVERSIDADE DE CAMPINAS, 2005). Segundo Pohanish e Greene (1997), em um estudo sobre a periculosidade dos solventes para a saúde humana e meio ambiente, muitos solventes orgânicos são derivados de petróleo e podem dissolver outros derivados orgânicos, tais como óleos, gorduras, plásticos e resinas. A propriedade de dissolver outros compostos orgânicos também se encontra nas amostras a serem analisadas, que se apresentam com um nível maior de toxicidade e, conseqüentemente, potencializam a periculosidades dos solventes. Como exemplo, podemos citar os agroquímicos da família dos organoclorados e organofosforados, que ainda são bastante utilizados nas lavouras brasileiras, gerando contaminações constantes em cursos fluviais, lençóis freáticos, solos e ar (BRAGA, 2002).

Os riscos ambientais destas atividades devem ser detectados e controlados através de ações preventivas e corretivas, para que os impactos efetivos no ambiente e, principalmente nos corpos hídricos, sejam reduzidos. Normalmente, o levantamento dos aspectos ambientais é efetuado para o planejamento do SGA, principalmente quando se tem a ocorrência de impactos significativos e adversos sobre o meio ambiente (ABNT, 2004b).

2.2 Potenciais problemas ocupacionais causados pelo manuseio de produtos químicos e os seus resíduos gerados

Ao final de cada processo de análise laboratorial, envolvendo o uso de soluções contendo solventes orgânicos e substâncias-teste, compostas de

características orgânicas, é gerado um composto de resíduo específico e de difícil caracterização, devido à variedade no uso das concentrações das soluções, dos compostos usados e na infinidade de moléculas analisadas das amostras submetidas aos testes (ABNT, 2005). Portanto, consideramos que os resíduos gerados em laboratórios são de características complexas, porém gerados em baixa escala. Em um artigo publicado por Gerbase (2005), sobre gerenciamento de resíduos em instituições de ensino e pesquisa, a autora afirma que estes resíduos diferenciam-se dos gerados em unidades industriais devido a esta diversidade na sua composição e, portanto, fica muito difícil definir um tratamento químico padrão ou um destino final.

Geralmente, a manipulação dos produtos químicos e das soluções é efetuada por pessoas especializadas que possuem um nível técnico mínimo de conhecimento, de modo que esta capacitação conduza os resultados das análises o mais próximo do esperado pelas análises comparativas referenciais. Além do conhecimento na condução dos ensaios, os técnicos devem manipular os produtos de forma segura, devido aos riscos envolvidos nestas operações, sendo o principal deles o risco químico, seja ele para a saúde humana, no momento da sua manipulação, ou para o meio ambiente, quando as soluções químicas se tornam resíduos e são descartadas. Durante estas duas etapas, se os técnicos envolvidos não agirem de modo seguro e responsável, algum dano potencial pode ocorrer.

Os riscos oferecidos por esses produtos químicos à saúde dos técnicos envolvidos podem ser considerados como os principais causadores de acidentes e de doenças ocupacionais. De acordo com a publicação de Roach (1992, p.3), sobre os riscos de exposição a substâncias químicas, no ambiente de trabalho, os principais meios de exposição são por inalação do ar contaminado, ingestão ou contato da pele com as substâncias químicas. Para esta questão é também importante destacar, segundo o autor, que cada indivíduo possui limites individuais de exposição do seu corpo, já que a consequência desta exposição varia de acordo com a pessoa exposta. Além dos organismos agirem de forma diferente na reação às substâncias químicas, são lentas e imperceptíveis as respostas das funções celulares e bioquímicas desta exposição. No caso dos solventes orgânicos, além da respiração pulmonar, eles também podem ser absorvidos pela pele, podendo causar lesões ou sintomas de intoxicação do sistema circulatório ou sistema nervoso (FREITAS, 2000). Pela via pulmonar, os solventes orgânicos entram e atingem o

alvéolo; por difusão simples, atingem o sangue e, conseqüentemente, sua toxicidade é distribuída para todo o organismo (CONSIGLIERI, 2002). Os efeitos desta ação no organismo variam dos níveis mais baixos, apresentando sintomas de fadiga, depressão leve, ansiedade e dificuldade de concentração, aos níveis mais altos, dores de cabeça, náuseas, podendo chegar à morte (POHANISH; GREENE, 1997).

Devemos considerar também que os resíduos líquidos de laboratório, contendo solventes orgânicos, não se encontram puros e armazenados em um frasco coletor, mas misturados com outros compostos, outros solventes, assim como moléculas de amostras que podem apresentar um nível semelhante ou de maior toxicidade do que o produto principal (UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 1996). As moléculas orgânicas mais perigosas à saúde, e que geralmente necessitam de um solvente orgânico para sua dissolução para efetuar os testes físico-químicos, são as de agrotóxicos (BRASIL, 1989). Segundo Pohanish e Greene (1997), no seu guia sobre substâncias perigosas, no capítulo sobre solventes, nos seres humanos esses produtos resultam em uma maior sensibilidade química ou envenenamento crônico, dependendo do nível de toxicidade da substância e do tempo da sua exposição, podendo assim causar vários problemas médicos, desde fadiga crônica até sintomas misteriosos, causados até pela ação de inseticidas domésticos. Portanto, além de apresentarem riscos à saúde, devido à toxicidade das moléculas dos solventes orgânicos, a ação tóxica dos resíduos líquidos torna-se desconhecida quando os mesmos são misturados com outras moléculas, podendo assim potencializar os seus efeitos.

No interior de um laboratório, o grande volume de solventes orgânicos utilizados proporciona uma maior volatilização destes produtos no ambiente, expondo o trabalhador a riscos de contaminação (POHANISH; GREENE, 1997; MANAHAN, 2001). Desta maneira, os técnicos permanecem periodicamente expostos a esta contaminação formada pelos gases emanados da volatilização dos produtos em solução, com o ar do interior do laboratório. Esta situação é caracterizada como sendo de risco ocupacional, e se não controlada os trabalhadores podem desenvolver doenças ocupacionais de acordo com cada grau de periculosidade e toxicidade dos produtos utilizados, como câncer ou insuficiências respiratórias, sendo observado mais detalhadamente no quadro 1 (FREITAS, 2000).

Substância Química	Riscos à Saúde Humana	Riscos ao Meio Ambiente
Álcool Isopropílico	Exposição por curto tempo: irritante moderado para as membranas mucosas, pele e olhos; Exposição prolongada: ressecamento da pele, defeitos de nascimento e câncer.	Vapores explosivos e líquido inflamável; ataca plásticos e borracha.
Álcool Etílico	Na forma desidratada causa irritação no nariz e olhos; Em contato mais prolongado causa irritações gastrintestinais, dores de cabeça, problemas no fígado, defeitos de nascimento e câncer.	Vapores inflamáveis e explosivos a altas temperaturas; Perigoso à vida aquática em altas concentrações.
Álcool Metílico	Rapidamente absorvido causando dores de cabeça, confusões, câimbras, tonturas; tóxico moderado se inalado; causa cegueira e morte se ingerido;	Gases venenosos gerados em sua queima; Vapores inflamáveis e explosivos a altas temperaturas.
Benzeno	Em altas dosagens ou exposição por longos períodos pode causar depressão das funções da medula óssea, hemorragia, depressão do sistema nervoso central; teratogênico e cancerígeno.	Os vapores são mais pesados que o ar e podem se deslocar a uma considerável distância.
Ciclohexano	Em altas dosagens ou exposição por longos períodos pode causar irritação da pele e das mucosas, depressão, excitabilidade e convulsões.	O vapor pode explodir, se a ignição for em áreas fechadas.
Éter de petróleo	Irritante para a pele, olhos, nariz, garganta e pulmões; perigoso ao sistema nervoso central; efeito narcótico; causa queimaduras na pele; pode causar doenças no coração;	Altamente volátil; líquido altamente inflamável; os vapores podem causar ignição instantânea.
Tolueno	Exposição aguda: depressão no sistema nervoso central, irritante para os olhos, nariz, garganta e trato respiratório. Exposição prolongada: ressecamento e rachadura da pele; possíveis problemas crônicos no fígado; hemorragia; alterações genéticas.	Poluente prioritário; Altamente volátil; Vapores podem entrar em ignição; Gases venenosos com a sua queima; Toxicidade aguda para peixes em ambientes aquáticos.

Xilenos	Irritante para olhos, nariz e garganta; na inalação de pequenas amostras pode causar problemas respiratórios; na absorção da pele em altas concentrações pode causar sonolências, náuseas, vômitos e dores abdominais; Problemas no fígado e rins; Pode causar alterações no ciclo menstrual, riscos de ataque cardíaco e problemas de nascença.	Líquido altamente volátil, inflamável e instável em altas temperaturas; A sua queima gera gases e vapores tóxicos; prejudicial à vida aquática em baixas concentrações.
Acetona	Em altas concentrações pode causar problemas crônicos nos olhos, nariz e irritação na garganta. Em inalação prolongada pode causar dores de cabeça, tonturas, fraqueza e problemas no sistema nervoso central; Em exposição prolongada pode causar problemas no fígado, rins, cérebro e sistema nervoso central.	Odor característico; Líquido incolor e inflamável; vapores podem causar explosões em áreas enclausuradas; perigoso à vida aquática em altas concentrações.
Clorofórmio	Em altas dosagens ou exposição por longos períodos pode causar depressão respiratória e do miocárdio, parada cardíaca, lesão hepática; É presumivelmente cancerígeno.	Decompõe produzindo gases tóxicos.
Éter etílico	Em altas dosagens ou exposição por longos períodos pode causar irritação na pele e nas mucosas, parada respiratória.	Os vapores são mais pesados que o ar e podem se deslocar a uma considerável distância.
Fenol	Em altas dosagens ou exposição por longos períodos pode causar corrosão na pele, oligúria, hematuria, albuminúria, vômitos, alucinações, delírios, cefaléias e convulsões crônicas.	Libera vapores inflamáveis quando aquecido, que podem formar misturas explosivas com o ar.
Formaldeído	Em altas dosagens ou exposição por longos períodos pode causar dermatite, irritação bronquiônica, conjuntivite; É presumivelmente cancerígeno.	Produce vapores tóxicos.
Organofosforados	Em altas dosagens ou exposição por longos períodos pode causar cólicas, colapso, bradicardia, hipotensão, tosse, ataxia, convulsões crônicas, parestesia, vertigens, sudorese.	Mortalidade de peixes e pássaros em altas concentrações no meio ambiente.

Organoclorados	Em altas dosagens ou exposição por longos períodos pode causar ataxia, alucinações e delírios, vômitos e cefaléia.	Mortalidade de peixes e pássaros em altas concentrações no meio ambiente.
Tetracloroeto de carbono	Em altas dosagens ou exposição por longos períodos pode causar danos no fígado e nos rins, distúrbios visuais e delírios, coma, oligúria, tosse. É presumivelmente cancerígeno.	Forma gases venenosos de fosgênio (cloreto de carbonila) quando exposto a chama aberta.
Diclorometano	Irritante para os olhos, nariz e garganta. Se inalado pode causar náusea e tonturas.	Produz gases venenosos. A decomposição dos produtos gerados no fogo pode produzir substâncias tóxicas.
Hexano	Irritante para o nariz e garganta. Se inalado pode causar náusea e tonturas.	O vapor pode explodir, se a ignição for em área fechada.

Quadro 1 - Relação de riscos dos principais solventes e substâncias orgânicas utilizadas em análises físico-químicas

Fonte: Pohanish e Greene (1997, p.35-37); Chrispino (1994, p. 46-51); Ficha de Segurança (CETESB, 200_e)

2.3 As características dos riscos envolvendo os resíduos de laboratório

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). Augusto Filho (2001 apud CASTRO; PEIXOTO; RIO, 2005) conceitua o termo apresentando as diferenças entre *risco* e *perigo*. Para este autor, *risco* expressa perigo em termos de danos por um período de tempo, e *perigo* é tomado como ameaça potencial a pessoas ou bens. Portanto, *risco* e *perigo* expressam situações potenciais ou reais de perdas das propriedades de populações ou indivíduos diretamente envolvidos no ambiente afetado.

Ao tratarmos a questão dos potenciais riscos ou perigos ambientais causados pelo manejo incorreto de resíduos químicos no campo da Geografia, este estudo revela uma importante via de investigação, pois aborda os seguintes aspectos:

1. *Espaços de perdas/Espaços de risco*: Resposta espacial de processos e eventos danosos.
2. *Escalas de perdas/ escalas de risco*: As diferentes escalas de ocorrência e concentração espacial.

3. *Espaço de perdas/ Escala de perdas*: Grau de exposição aos riscos e a restrição ao acesso a recursos.

4. Sua influência da configuração e organização de novos espaços a partir das perdas sociais, econômicas e naturais. (CASTRO; PEIXOTO; RIO, 2005, p. 28).

O envolvimento das escalas espaciais no dimensionamento da abrangência do risco em potencial ou real resulta em um importante objeto de estudo para a Geografia, pela possibilidade de quantificar os níveis e dimensões dos impactos ambientais em caso de acidentes, ou até mesmo qualificar os índices de interação dos agentes de contato com o ambiente exposto. Estes estudos são importantes, principalmente, por considerarmos que 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 para o seu manuseio (ZANCANARO, 2002). Portanto, para a área geográfica, os estudos com esta preocupação podem ser relacionados com a expansão deste setor nos últimos anos, tendo como consequência o aumento da geração desta categoria de resíduo.

Tais riscos envolvem também estudos voltados à preocupação com a interação destes agentes com a sociedade. Smith (2001) considera que as sociedades diretamente expostas às áreas afetadas possuem uma determinada sensibilidade combinada com a exposição física do potencial perigo, oscilando de acordo com a variabilidade das condições geográficas do local. Além desta sensibilidade humana, existe o fator vulnerabilidade, que reflete a tolerância social e econômica do local frente às consequências do evento.

Em artigo publicado por Dagnino e Carpi Jr. (2007), sobre as conceituações e aplicações dos riscos ambientais, os autores consideram que os riscos para a sociedade se apresentam caso ela esteja em uma área instalada com probabilidade, susceptibilidade, vulnerabilidade, acaso ou azar de ocorrer algum tipo de ameaça, perigo, problema, impacto ou desastre. Neste sentido, a percepção de riscos pela sociedade pode ser entendida como um prévio conhecimento de ameaça comum a um grupo social.

Dentre as várias conceituações e classificações de riscos já estudadas por Dagnino e Carpi Jr. (2007) e Castro, Peixoto e Rio (2005), como risco natural, risco tecnológico, risco social, riscos endógenos, riscos exógenos, risco antropogênico,

riscos construídos e riscos produtivos, 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: o processo de produção, que abrange, principalmente, recursos, técnicas, equipamentos, maquinários; processo de trabalho, e 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 ser relacionado às atividades econômicas e não econômicas, sendo conduzido a partir de informações a respeito dos focos e das formas de produção. Estas duas formas de riscos estão diretamente ligadas ao manejo incorreto de resíduos químicos provenientes de laboratórios de análises e pesquisas, embora estes laboratórios adotem técnicas diferenciadas de produção de dados, como equipamentos específicos e mão-de-obra altamente especializada.

Ainda em relação à poluição causada pelos resíduos de laboratórios, tratando-se de seus efeitos numa escala espacial, vemos que ela pode atuar em uma macro escala, como uma bacia hidrográfica ou uma região metropolitana, ou em micro escala, quando se trata de instalações industriais (DAGNINO; CARPI Jr., 2007). Dentro do plano de influência destes riscos, é muito possível que as ligações entre causa (riscos) e efeito (poluição, impactos etc) destes fatos possam extrapolar da micro escala para a macro escala, como ocorreu no caso do Instituto de Macromoléculas Professora Eloísa Mano da Universidade Federal do Rio de Janeiro (IMA/UFRJ), quando houve vazamento de resíduos líquidos de uma área de armazenamento que não se enquadrava nas normas vigentes e, com o passar do tempo, estes resíduos se infiltraram no solo contaminando o lençol freático, tomando proporções maiores até chegar na própria Baía de Guanabara (PACHECO, 2003).

Riscos tecnológicos e riscos dos processos produtivos podem ser identificados em três principais fontes presentes nas maiores categorias de atividades da população, que são: (1) serviços comerciais; (2) processos de armazenamentos de produtos naturais e atividades de extração de recursos que concentram produções, e (3) processos químicos, produção metal-mecânica e outras produções industriais (CASTRO; PEIXOTO; RIO, 2005). No bojo destes processos, podemos definir as principais fontes de contaminantes potenciais para o

meio ambiente, de acordo com o *handbook* sobre contaminação, prevenção e remediação elaborado por Russel (1995), sendo as atividades de transporte, destinação de produtos perigosos e seu armazenamento. O autor classifica estas fontes em potenciais de altos, moderados e baixos riscos, definindo 16 grupos de riscos químicos potenciais em áreas de uso por categoria e os seus principais agentes de poluição ambiental. No quadro 2 estão as principais fontes de utilização de produtos químicos e os seus agentes de uso, que se relacionam diretamente com riscos tecnológicos e de produção, mais precisamente com as atividades laboratoriais de análises químicas.

De acordo com o quadro 2, sobre agentes contaminantes por áreas de uso, as áreas incluídas para análise inserem-se nos riscos referentes à geração de resíduos de laboratórios, desde a produção dos insumos das indústrias químicas até a destinação final em aterros, passando por armazenamento, transportes e possíveis descartes incorretos. Das características dos agentes apresentados na tabela, apenas a área para uso de armazenamento de tanque subterrâneo é que se apresenta com apenas 3 dos 16 grupos de riscos potenciais, sendo que os outros usos estão presentes pelo menos em 13 grupos. Dentre as áreas selecionadas, destacamos três: a primeira é a de produção química, que apenas não possui riscos de patógenos, por ser um risco biológico; a segunda é a de estoque e transferência de materiais perigosos, área que a maioria dos laboratórios possui para armazenar temporariamente os seus resíduos e, de acordo com a complexidade das atividades, a mais complexa será a composição dos resíduos gerados; a terceira são as lagoas e contenções industriais, por onde são escoados todos os efluentes provenientes da produção, assim como os efluentes típicos de rede de esgoto gerados pelos próprios funcionários, justificando as possíveis presenças de grupos pertencentes aos riscos químicos, como também riscos biológicos, representados pelos patógenos.

Os riscos referentes às atividades laboratoriais, que estão englobados no grupo dos tecnológicos e de processos produtivos, podem ser considerados, também, como riscos ecotóxicos (RIVIÈRE, 2000). Segundo o autor, em um estudo sobre a evolução dos riscos ecológicos da poluição dos solos na França, os riscos se dividem em dois principais ramos de evolução: para a saúde humana e para o risco ecológico. Os impactos da poluição também são estudados em diferentes escalas geográficas, sendo as ocorrências em propriedades rurais, cidades, ou até mesmo em escalas continentais, dependendo dos potenciais do agente causador.

Ainda para Rivièr (2000), existem muitas diferenças em relação à recepção da poluição envolvida no impacto causado, devido às condições biológicas de vida de cada população, ecossistemas e eventos ecológicos complexos, que se relacionam diretamente com a evolução do risco ecológico em processo. As consequências negativas dos riscos ecológicos ou humanos, provocados por agentes químicos poluentes, estão associadas à ocorrência de impactos ambientais. A evolução dos riscos tecnológicos resulta em perigos tecnológicos quando são evidenciados acidentes relacionados diretamente à atividade humana, mesmo quando são originados de uma única substância química, ou até mesmo em

proporções industriais. Smith (2001) classifica as fontes potenciais de acidentes em larga escala de estruturas, transportes e produção industrial, de acordo com a energia liberada através de impactos mecânicos ou impactos químicos. As fontes geradoras são consideradas perigosas por serem a origem de acidentes envolvendo substâncias inflamáveis, corrosivas, explosivas ou tóxicas em baixas concentrações, e que causam efeitos desastrosos para as populações afetadas, através de diferentes formas de poluição da água e do solo, e que, dependendo das proporções, podem causar até a morte de muitos indivíduos de uma espécie, incluindo a humana.

Diante deste contexto, podemos citar, como exemplos, vários acidentes que resultaram em verdadeiros desastres ecológicos. O primeiro deles foi o que aconteceu na Bacia de Minamata, no Japão, no ano de 1956, quando o mercúrio originado da fabricação de cloreto de vinila, despejado livremente nas águas, contaminou mais de 17.000 residentes da área, ocorrendo a evolução de uma doença chamada hidrargismo, nesta população. O custo para a recuperação da área ficou em torno de US\$ 250.000.000 (ASSUMPÇÃO, 2005). Outro caso, que podemos observar foi o que ocorreu em Seveso, na Itália, no ano de 1976, quando um reator da empresa ICMESA, que produzia uma substância química para produção de pesticidas explodiu, liberando na atmosfera 8 toneladas de dioxina, com a contaminação de 110.000 pessoas e 70.000 animais. Na Índia, o caso da empresa Union Carbide também chama a atenção com relação aos riscos ambientais e ocupacionais do manuseio de grandes quantidades de produtos químicos (CETESB, 200_a). Em Bhopal, na Índia, em 1984, esta empresa liberou acidentalmente cerca de 40 toneladas de uma mistura tóxica na atmosfera. Este ato fez com que formasse uma nuvem tóxica, que matou mais de 2.000 pessoas e causou um prejuízo na ordem de US\$ 470.000.000 (CETESB, 200_b). O último caso que podemos relatar é o acidente em Cubatão/SP, em 1984, quando a conexão entre duas tubulações não foi bem alinhada causando a liberação de aproximadamente 700.000 litros de gasolina pelo mangue. Estima-se que o número de mortos pode ter chegado a 500 pessoas, dezenas de feridos e a destruição parcial da Vila Socó, após incêndio causado pelo líquido inflamável (CETESB, 200_c). Diante destes fatos, entre muitos outros, consideramos que somente com um sistema de controle ambiental preventivo é que as empresas que trabalham com

estes níveis de risco podem reduzir as situações que acarretam acidentes ambientais.

De acordo com um estudo elaborado pelo *Center for Research on the Epidemiology of Disasters* (CRED) e pela *International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies* (IFRCRCS, 1999 apud, SMITH, 2001), a evolução histórica das pessoas que morreram em acidentes provenientes de perigos tecnológicos aumentou desde 1973. Segundo os dados analisados, entre 1973 e 1977 houve, nos Estados Unidos, 152 mortes; entre 1988 e 1992 este número saltou para 1223, enquanto entre 1993 e 1997, houve uma queda significativa, registrando-se apenas 419 mortes. Estes dados mostram que o aumento do número de óbitos envolvendo acidentes tecnológicos está diretamente relacionado com o crescimento das instalações industriais, e também da população.

Portanto, os riscos pertencentes à classe da produção industrial, as quais englobam atividades laboratoriais de análises químicas, são potencialmente danosos ao meio natural, podendo interferir diretamente no nível de qualidade proporcionada à vida humana do ambiente relacionado. Estas formas de atividades humanas substituem e alteram os fluxos e os compostos físico-químicos naturais, como a água e o solo, com substâncias sintéticas criadas pelo homem. Kasperson (1995), em seu estudo sobre as regiões de risco, afirma que este tipo de contato ou interação altera diretamente cinco fatores dos aspectos geográficos, por pertencer às taxas de impactos proporcionados pelas atividades humanas – população, agricultura, recursos naturais, produção industrial e poluição. Estas alterações foram comprovadas através de modelos computacionais que simulam a capacidade de suporte ambiental através do contato de poluentes químicos na natureza.

2.3.1 Potenciais riscos ao meio ambiente natural

A periculosidade dos produtos químicos, de acordo com a sua frequência de utilização, é o que vai estabelecer o nível do risco ambiental proporcionado, assim como o seu grau de toxicidade e reatividade relacionadas ao meio ambiente. Dificilmente podemos estabelecer uma regra geral de segurança para o manuseio dos produtos químicos, pois existe uma quantidade variada de produtos diferentes, e o grau de segurança depende de fatores como intensidade e magnitude de uso:

É necessária uma avaliação considerando não só as características físico-químicas, a reatividade e a toxicidade, como também as condições de manipulação, as possibilidades de exposição do trabalhador e as vias de penetração no organismo. Além disso, tem-se que considerar a disposição final do produto químico, sob forma de resíduos, e os impactos que pode causar no meio ambiente (FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ, 200_, p. 1).

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, forma-se uma classificação de resíduo específico e de difícil caracterização, devido à variedade no uso das concentrações das soluções, dos compostos usados e na infinidade de moléculas analisadas. Portanto, consideramos que os resíduos gerados em laboratórios são de características complexas, porém gerados em baixa escala. Gerbase (2005), em seu artigo sobre gerenciamento de resíduos de laboratório, afirma que estes resíduos diferenciam-se dos gerados em unidades industriais devido a esta diversidade na sua composição.

Para a análise 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 desta interação, assim como as dosagens que possam 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, através do conhecimento da toxicidade das substâncias químicas e da sua relação risco-segurança (CETESB, 2003).

Com relação aos problemas que estes produtos podem causar nos organismos presentes na água ou no solo, existe uma linha de pesquisa da ecotoxicologia que estuda os efeitos tóxicos destes agentes em organismos representativos dos ambientes aquáticos e terrestres. Para uma melhor avaliação destes efeitos, são realizados estudos sobre as diversas características dos impactos destes agentes tóxicos sobre a vida nestes ambientes, 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 estes testes são realizados em organismos característicos dos ambientes-teste, relacionados a espécies de cada nível trófico, como algas, micro-

crustáceos, peixes e minhocas, chamados sistemas-teste (CETESB, 2008; BRASIL, 2005).

Ao compilarmos em um quadro as informações dos principais solventes orgânicos utilizados em análises químicas, por ser o grupo de produtos químicos mais utilizados nos laboratórios estudados, com dados presentes em 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. Estas 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.

De acordo com o quadro 3, constatamos que o solvente tolueno é o mais potencialmente 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 *Microsystis aeruginosa*, em que o solvente considerado mais tóxico foi o formaldeído, devido ao seu poder de inibir a multiplicação celular destas algas na concentração de 0,39 mg/L. Outros solventes também utilizados com mais frequência foram avaliados nos seus efeitos tóxicos nas 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. Com estas informações, podemos considerar somente a toxicidade de alguns produtos nos meios mais representativos em testes de laboratório, mas, obviamente, não podemos estabelecer o impacto real em ecossistemas aquáticos em caso de contatos acidentais com estes produtos, pois é muito difícil simular tais testes, devido à imensa variedade de mecanismos de respostas que o meio natural oferece para este tipo de contato.

Produto	Valor da CL ₅₀ em peixes	Valor do Limite de toxicidade em algas**
Acetona	6100 mg/L*	530 mg/L
Álcool Isopropílico	11.130 mg/L*	1.000 mg/L
Benzeno	36,6 mg/L em 24h (<i>Lebistes reticulatus</i>)	1.400 mg/L
Ciclohexano	57.7 mg/L em 24h (<i>Lebistes reticulatus</i>)	Dados indisponíveis
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 Etílico	> 7.000 ppm <i>Semolitus atromaculatus</i> (24 h)	1.450 mg/L
Eter de Petróleo ***	1 - 10 mg / l	1 - 10 mg / l
Formaldeído	Limite da toxicidade = 50 - 200 mg/L (tempo não determinado) (<i>Lebistes reticulatus</i>)	0,39 mg/L
Hexano	4 mg/L <i>Carassius auratus</i> (24 h)	Dados indisponíveis
Álcool Metílico	morte a 250 ppm, em 11 h (<i>Carassius auratus</i>)	Dados indisponíveis
Piridina	1350 mg/L Limite da toxicidade em 24 h <i>Gambusia affinis</i>	28 mg/L
Tetracloroeto de Carbono	125 ppm (96 h)*	105mg/L
Tolueno	24,0 mg/L*	105 mg/L
Xilenos	22 ppm (96 h)*	Dados indisponíveis

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

** limite da toxicidade em algas da espécie *Microsystis aeruginosa*.

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

Quadro 3 - Valores ecotoxicológicos absolutos com testes em peixes e em algas.

Fonte:CETESB (200_d). Adaptado por Fábio E. Penatti, fevereiro, 2009.

Devido à complexidade dos compostos dos resíduos líquidos de laboratórios, e da variabilidade contínua desta 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 destes resíduos. Isto é possível através de dados informados, geralmente, pelo fornecedor dos produtos, ou presentes nas fichas de segurança dos produtos. Desta forma,

podemos inferir as perspectivas de risco ao meio ambiente aquático através dos efeitos ambientais já conhecidos dos produtos originais concentrados.

2.4 Os problemas com a poluição causados pelos agentes químicos presentes nos resíduos

Os riscos ao meio ambiente, provenientes de agentes químicos, derivam de muitos processos industriais, comercialização de produtos, e também do setor de prestação de serviços, como é o caso dos laboratórios de análises químicas. Fontes de poluição são encontradas nesta categoria de serviço, quando os seus aspectos ambientais não são controlados e monitorados através de um sistema de gerenciamento ambiental. A partir deste fato, podemos considerar que laboratórios, assim como as indústrias, podem alterar diretamente determinados aspectos ambientais de suas instalações, tais como recursos naturais usados para desenvolver determinados processos. Devido a estas alterações, estas atividades são responsáveis por causar mudanças nos elementos constituintes do meio ambiente, a exemplo do ar, água, terra e seres vivos, visto se caracterizarem como fontes de poluição efetivas ou potenciais. Segundo Christofolletti (1995), esta afirmação somente pode ser confirmada através de estudos sobre as alterações nas características quantitativas e qualitativas em diferentes geossistemas, e também por análises geográficas das organizações espaciais.

A poluição ambiental é considerada como a união de vários aspectos que podem causar a contaminação do ar, das águas, do solo, a desfiguração da paisagem, entre outras formas de degradação dos constituintes do espaço (FALLENBERG, 1980). Legalmente a poluição, de acordo com a Lei 6938/81, é definida como:

A degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente:

- a) prejudiquem a saúde, a segurança e o bem estar da população;
- b) criem condições adversas às atividades sociais e econômicas;
- c) afetem desfavoravelmente a biota;
- d) afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente;
- e) lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos (BRASIL, 1981, p. 1);

Ao relacionarmos os riscos proporcionados por substâncias químicas provenientes dos resíduos estudados, abordaremos somente a poluição que pode comprometer a saúde humana através da alteração de dois principais componentes ambientais, como o solo e a água.

A poluição danosa ao meio ambiente caracteriza-se quando o risco ambiental é consequência de potenciais perigos que estão presentes não somente em eventos geofísicos, como terremotos ou inundações, mas também em fatos de origem humana, como explosões industriais, acidentes de transporte, dispersão de gases poluentes, entre outras ameaças tecnológicas também consideradas como fontes de poluição. Segundo dados do Cadastro de Emergências Químicas (Cadeq) da CETESB, os acidentes envolvendo descarte de resíduos somaram 5,0% das ocorrências registradas até o ano de 2006; por outro lado, os acidentes envolvendo transporte de substâncias químicas estão na ordem dos 38% (GOUVEIA, 2007). Somente no estado de São Paulo, no período de 1978 a 2003, foram registrados pela CETESB 5.413 acidentes envolvendo produtos químicos, que resultaram em algum tipo de contato destes com o meio ambiente, também sendo constatada uma determinada frequência nestes episódios (LAINHA, 2003).

Durante o período destes registros, os principais acidentes causaram grandes impactos ambientais, em termos de sua magnitude. Podemos citar um vazamento de 500 toneladas de organoclorados após o rompimento da estrutura de contenção do seu local de estocagem na cidade de Porto Feliz/SP, em 1983, que chegou a contaminar rios e poços da região. Também em Cubatão/SP, no ano de 1992, um vazamento de gás cloro de uma indústria causou a intoxicação de dezenas de pessoas. Outros registros de acidentes são caracterizados por vazamentos de óleo combustível e petróleo no mar por colisão de navios, ou em terra por acidentes rodoviários (HADAD, 200_).

As atividades laboratoriais possuem fontes poluidoras pelo fato de que nelas manuseiam-se produtos químicos rotineiramente, para a geração de dados, através dos resultados das análises. Após a finalização das análises, os produtos deste processo são descartados de acordo com um sistema de controle de resíduos. Caso este controle não exista, ou se não for eficiente, o laboratório torna-se um poluidor em potencial, desde a geração dos resíduos, armazenamentos, transportes, até a sua destinação final.

Genericamente, fontes de poluição ou de contaminação ambiental são caracterizadas de acordo com o nível de abrangência do contato com o meio atingido, segundo a *Comprehensive State Ground-Water Protection Program* (WHPA, apud RUSSEL, 1995, p.641), e compreendem:

- Fontes potenciais pontuais (armazenamento de tanques subterrâneos, poços, pequenos comércios, atividades industriais, etc.).
- Fontes potenciais em linha (redes de esgoto, tubulações de gás/petróleo, rodovias com tráfego de produtos químicos perigosos, etc.).
- Fontes potenciais em área (áreas de disposição de resíduos, terras de agricultura de uso de fertilizantes e pesticidas, etc.).

De acordo com estas fontes gerais, enquadrámos as atividades laboratoriais no grupo das fontes potenciais pontuais de riscos, devido às limitações da abrangência de sua área de influência no meio ambiente, sendo a ocorrência destas atividades especificamente local. Tal fato se justifica pela presença de laboratórios, geralmente no interior de uma área com atividades totalmente distintas, como no interior de indústrias, universidades, hospitais, centros de pesquisa, órgãos públicos etc.

Além de possuir características de poluente e contaminante ambiental, os agentes químicos também são considerados como *estressores* ecológicos, sendo a principal fonte dos riscos ecológicos. Ao definir a atuação dos *estressores*, Kolluru (1996) detalha que eles podem se apresentar com aspectos físicos, biológicos ou químicos na natureza. Ao especificar a ação dos agentes químicos, dentre eles os compostos orgânicos e inorgânicos, ácidos, bases, agroquímicos, radionuclídeos, entre outros, que ocorrem naturalmente ou artificialmente, os riscos proporcionados na abrangência das fontes pontuais de poluição dos laboratórios estão diretamente relacionados ao período, frequência, magnitude e duração da atuação do estressor. Além destes aspectos, é importante destacar que a somatória relevante destes eventos, atuando no interior de uma determinada escala espacial, pode atingir uma considerável área no entorno da fonte poluente. Segundo o autor, a possibilidade da expansão da poluição química originada por uma fonte pontual acontece pela facilidade da mobilidade destes compostos em meio físico, como nas águas superficiais e subterrâneas, nos solos e na própria biota. A facilidade desta distribuição e transporte é proporcionada pelos processos físico-químicos no meio

ambiente, como solubilização, volatilização, degradação hidrolítica e fotolítica, bem como sorção e adsorção.

Quando discutimos sobre a caracterização de laboratórios como fontes potenciais de poluição, devido às características dos seus resíduos gerados, é importante justificar os níveis de periculosidade destes resíduos de acordo com as características dos próprios produtos de origem. Para Baird (2002), existem três principais categorias de substâncias que geram resíduos perigosos, por possuírem propriedades oxidantes, reativas ou tóxicas:

1. Inflamáveis: participam de reações de oxidação que consomem facilmente o oxigênio do ar quando auto-sustentadas por uma fonte de calor.
2. Reativas: geram reações violentas quando em sua propriedade possuir agentes oxidantes e redutores que reagem entre si de maneira exotérmica (liberação de calor).
3. Tóxicas: aquelas que podem causar prejuízos à saúde das pessoas ou em outros seres vivos, ao entrar em contato com seus organismos. (BAIRD, 2002, p.529-533)

A realidade das atividades laboratoriais, ao ser comparada às definições de resíduos perigosos presentes na NBR 10004/04 (ABNT, 2004a, p.2), deve receber a sua devida importância por possuir as mesmas características de risco em seus resíduos, ou seja:

periculosidade de um resíduo: Característica apresentada por um resíduo que, em função de suas propriedades físicas, químicas ou infecto-contagiosas, pode apresentar:

- a) risco à saúde pública, provocando mortalidade, incidência de doenças ou acentuando seus índices;
- b) riscos ao meio ambiente, quando o resíduo for gerenciado de forma inadequada.

Estas atividades apresentam aspectos ambientais que refletem diretamente as fontes geradoras de resíduos e as características dos mesmos. Especificamente nos laboratórios da área química, os produtos utilizados apresentam todas as características de perigo, com exceção da patogenicidade. Portanto, consideramos que os ambientes laboratoriais possuem riscos químicos semelhantes aos tecnológicos ou de produção, mas com a diferença de que as características dos resíduos gerados são, frequentemente, modificadas, enquanto na indústria as características são mais homogêneas.

2.5 Principais ambientes expostos ao contato dos resíduos gerados em laboratórios

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 da natureza, como o clima, morfologia, vegetação, solo, água etc. (CHRISTOFOLETTI, 1995).

Ao entendermos que no meio ambiente há presença de elementos naturais ou antrópicos, de uma macro até uma micro escala, todos os fenômenos decorrentes da atuação da sociedade nestas escalas acarretam algum tipo de impacto direto ou indireto em seus elementos constitucionais. Assim, 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, em decorrência dos próprios impactos negativos causados por estas atividades.

Os serviços oferecidos pelas atividades laboratoriais são de pequena expressão quanto à ocupação do espaço e uso do solo. Quando comparamos esta forma de produtividade com a indústria, podemos considerar que a pressão destas instalações sobre o meio ambiente é mínima, comparada aos aspectos ambientais abrangidos por grandes empreendimentos industriais. O marco diferencial é que nestes ambientes é comum o manuseio de substâncias consideradas perigosas à saúde humana e ao meio ambiente, mas nem por isso recebem as devidas preocupações dos órgãos fiscalizadores, em razão da baixa quantidade de utilização destes produtos.

A falta de estrutura dos órgãos oficiais em fiscalizar estabelecimentos de análises e pesquisas na área química propiciou um grande desinteresse das instituições públicas e privadas em desenvolver sistemas de controle ambiental. Com a falta deste controle e com o aumento da procura destes serviços, nas últimas décadas, muitos problemas foram detectados com os resíduos gerados pós-

análises, despejados diretamente na rede de esgoto ou descartados diretamente sobre o solo. Desta forma, mesmo sendo os resíduos de geração baixa, mas sendo descartados por longos períodos em locais impróprios, sem tratamento e com uma quantidade em ascensão, inevitavelmente causam sérios impactos adversos nos dois principais componentes ambientais expostos, de acordo com as características dos mesmos (sólidos ou líquidos) – solo e água.

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. Na medida em que esta água se aprofunda são formadas zonas de saturação. A parte superior da região saturada das águas subterrâneas é chamada de lençol freático. Quando as águas subterrâneas ficam armazenadas em regiões compostas por rochas porosas, como arenito, ou em rochas altamente fraturadas, como areia ou pedregulho, as águas mais profundas ficam contidas por solos ou rochas impermeáveis, originando-se uma espécie de lago subterrâneo, chamado aquífero (BAIRD, 2002). Fatos decorrentes de más condutas e práticas associadas à destinação incorreta dos resíduos líquidos gerados em laboratórios transformam estas atividades em fontes poluentes dos recursos hídricos, quando verificamos esta presença em áreas superficiais, rios e lagos, ou subterrâneas, como em lençóis freáticos ou aquíferos. O quadro abaixo mostra, esquematicamente, o sistema de ocorrência da localização destas águas.

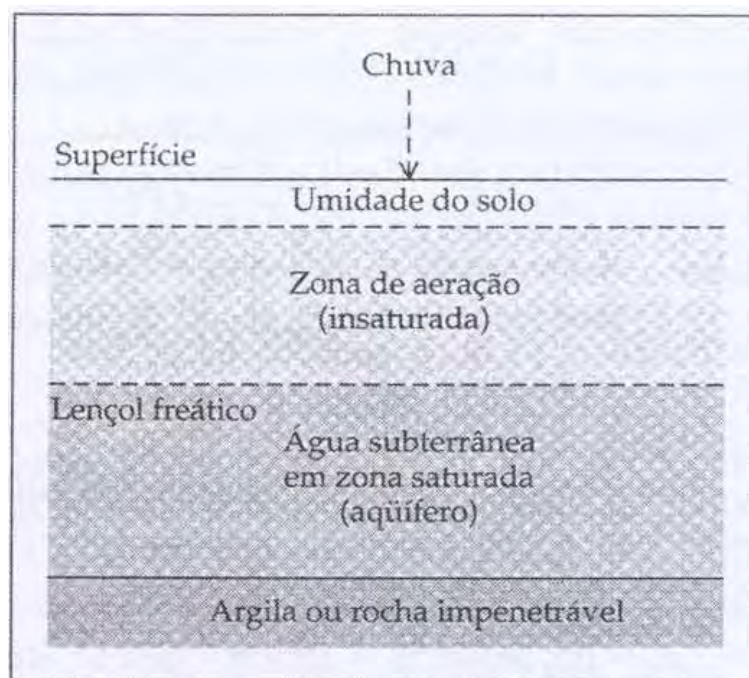


Figura 3 - Esquema de localização das águas em relação às regiões do solo. Fonte: Baird (2002, p. 444).

Nesta figura, observamos que a ocorrência do primeiro contato dos resíduos de características físicas líquidas ou sólidas é com o solo. Após certo período de exposição e de contato, estes compostos infiltram-se verticalmente entre as partículas agregadas sólidas do solo, até atingirem o lençol freático. Este 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.

Sendo o solo o primeiro meio de contato com estes resíduos, antes mesmo de serem escoados para um canal fluvial ou um lençol freático, consideramos que antes de alterar a vida aquática estes produtos impactam a microfauna presente nesta biota. Para Sisino (2000), nos solos acontecem continuamente complexas reações químicas, devido à presença de milhares de espécies de microorganismos, que se encontram no máximo a até 40 cm de profundidade, no primeiro horizonte do solo. Portanto, a água que permeia este solo tem a força de carrear compostos tóxicos e, mesmo os que têm baixa solubilidade em água, “podem alcançar

facilmente o lençol freático, atingindo longas distâncias e contaminando outros ambientes e elos da cadeia alimentar” (SISINO, 2000. p. 65).

A disposição de resíduos diretamente no solo pode proporcionar alterações nos elementos componentes deste recurso ambiental, como a microfauna e a vegetação específica da região afetada. De acordo com o Decreto estadual nº 8.468/76, é proibida a disposição de resíduos, independente da sua característica, diretamente no solo (SÃO PAULO, 1976). No caso dos resíduos de laboratórios, que possuem em suas características compostos inflamáveis, reativos ou explosivos, também é necessário que sejam tratados e acondicionados adequadamente, mediante projetos específicos que atendam aos requisitos de proteção ao meio ambiente, de acordo com este Decreto (SÃO PAULO, 1976).

Para detectarmos com maior clareza os possíveis problemas da poluição hídrica por contaminantes laboratoriais, é necessária a análise de dados factuais através dos indicadores ambientais das fontes de poluição estudadas. Segundo Canter (1996), *indicadores ambientais* são considerados conceitos numéricos ou descritivos, que categorizam dados quantitativos ou informações ambientais, podendo ser utilizados em estudos de impactos ambientais. Portanto, através de alguns indicadores poderemos analisar fontes de poluição dos principais produtos utilizados nos laboratórios estudados, que podem entrar em contato direto com águas superficiais ou subterrâneas.

Nas águas superficiais, a contaminação destes produtos é ocasionada pela entrada de poluentes escoados pelas águas das chuvas, transportados superficialmente de locais onde houve vazamentos, derramamentos ou descarte clandestino de resíduos líquidos ou sólidos, classificados como não inertes. 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. Em seu estudo sobre impactos ambientais em águas superficiais, o autor afirma que existem duas principais fontes de poluentes: a *não-pontual* e a *pontual*. A não-pontual pode ser considerada como *areal* ou *difusa* e refere-se às águas oriundas dos resultados do uso em áreas específicas, como urbanas, industriais ou rurais, podendo conter, por exemplo, sedimentos, pesticidas, nitratos, entre outros. A fonte pontual pode ser caracterizada especificamente por descargas de complexos industriais ou de municípios, contendo, por exemplo, resíduos orgânicos ou metais

pesados. No quadro 4, podemos observar as principais características dos poluentes, relacionadas com as suas principais fontes de poluição, que também podem ser encontradas nas atividades laboratoriais.

Característica	Fontes
Constituintes Químicos:	
Orgânicos:	
Pesticidas	Resíduos de produção agrícola
Fenóis	Resíduos industriais
Volatile organic compounds	Resíduos industriais, domésticos e produção agrícola
Inorgânicos:	
Alcalinos	Resíduos domésticos, abastecimento doméstico de água e infiltração de água subterrânea
Clorados	Resíduos domésticos, abastecimento doméstico de água e infiltração de água subterrânea
Metais Pesados	Resíduos Industriais
Sulfurosos	Abastecimento doméstico de água, resíduos industriais, comerciais e domésticos
Gases	
Sulfito de hidrogênio	Decomposição de lixo orgânico
Metano	Decomposição de lixo orgânico
Constituintes Biológicos	
Animais	Cursos de águas abertos e tratamento de plantas
Plantas	Cursos de águas abertos e tratamento de plantas

Quadro 4 - Características de poluentes e as suas fontes de geração.

Fonte: Metcalf e Eddy (1991, p.57 apud CANTER, 1996, p. 193).

No quadro acima, podemos observar que as substâncias de características químicas são encontradas, em grande maioria, nas atividades industriais. Desta forma, ao considerarmos as atividades laboratoriais uma extensão das atividades industriais, principalmente por utilizar produtos químicos, tais como ácidos, reagentes sólidos e solventes orgânicos para o desenvolvimento das pesquisas e análises, vemos que estes mesmos produtos são utilizados em muitos processos produtivos.

Em outro estudo elaborado por Canter (1996) sobre a contaminação de águas subterrâneas, o autor considera que existe uma relação entre as águas necessárias para reposição e as características de qualidade dos fatores hidrológicos. A qualidade destas características envolve o uso excessivo do solo através da adição e infiltração de sais, como cloretos ou resíduos perigosos, em áreas pontualmente localizadas. A poluição destes ambientes também pode ser influenciada pelos cursos de rios altamente poluídos, através da lixiviação dos poluentes até as zonas

saturadas das águas subterrâneas. A Figura 4 pode mostrar o sistema de circulação das fontes de poluentes das águas subterrâneas.

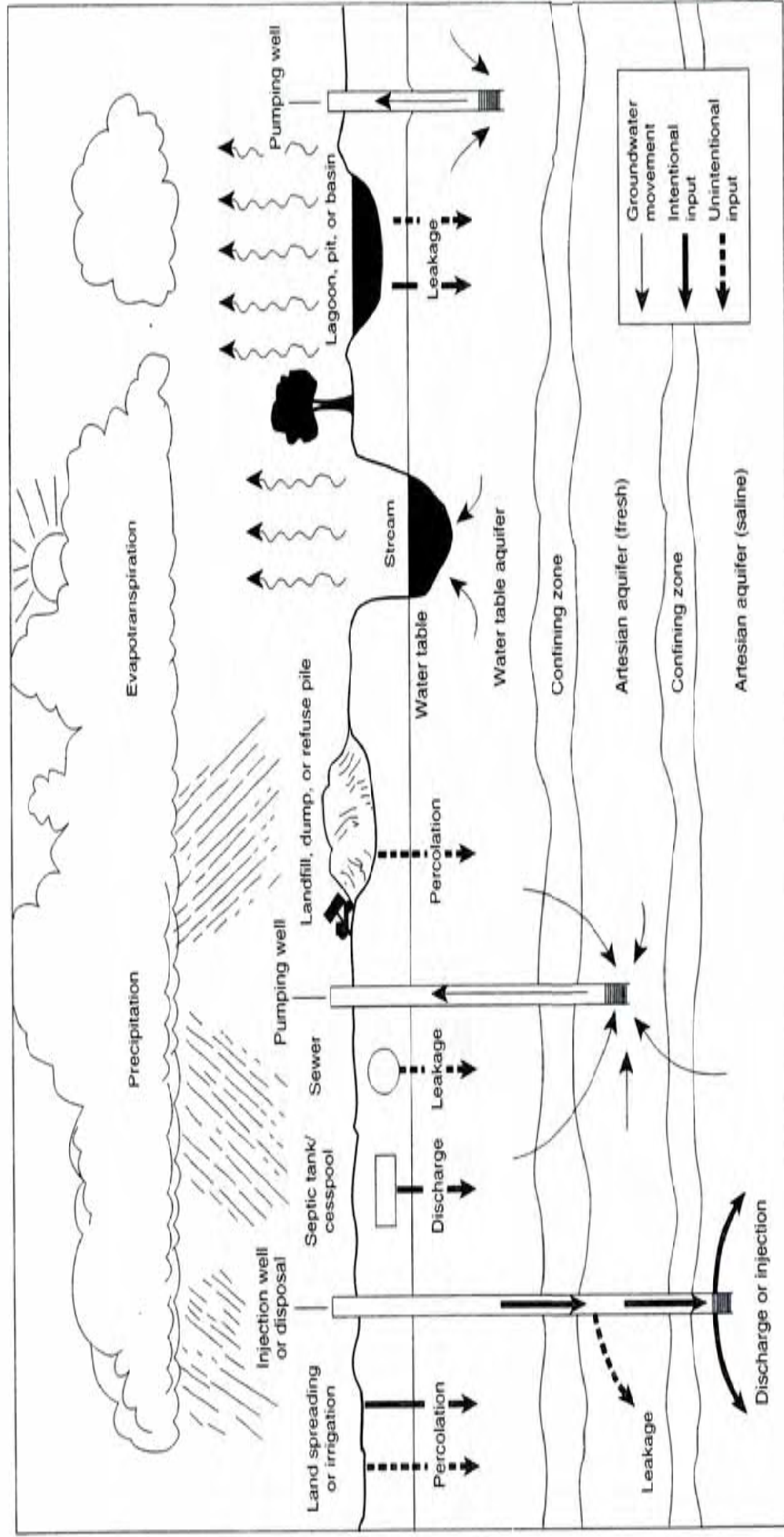


Figura 4 – Sistema de circulação de poluentes em ambientes subterrâneos. Fonte: Franck e Brownstone (1992, *apud* CANTER, 1996, p.255).

As principais possibilidades de laboratórios de análises e pesquisa, da área química, poluírem este tipo de ambiente, relacionam-se à forma de estocagem dos resíduos líquidos. No caso de certas instalações não possuírem estrutura adequada para esta forma de armazenamento, segundo critérios da norma NBR 12235/92, os riscos de acidentes com a ocorrência de vazamentos ou derramamentos aumentam consideravelmente, podendo causar impactos ambientais negativos nestes ambientes (ABNT, 1992). Ao considerarmos as atividades de estocagem de resíduos de laboratórios semelhantes às das atividades industriais, podemos conferir esta relação nos dados expostos no Quadro 4 (p.86), onde podemos observar os parâmetros dos compostos que são, potencialmente, danosos às águas subterrâneas, e que são utilizados nestas duas atividades.

O quadro 5 apresenta as principais atividades potenciais de poluição hídrica em ambientes subterrâneos, de acordo com a sua distribuição, ou seja, áreas de localizações rurais, urbanas ou urbano-rurais, ligadas às suas categorias de fonte de poluição, como *pontuais* ou *não-pontuais* (difusas). A partir destes dados, podemos analisar que, dentre as atividades estudadas, todas oferecem altos riscos à saúde humana, ou outras espécies animais, quando as águas contaminadas são ingeridas. Para o uso da água nas atividades industriais, todas são potencialmente impactantes, porém com menos intensidade. Observamos também que somente três atividades são potencialmente impactantes nas águas utilizadas para a produção agrícola: (1) a descarga de efluentes no solo; (2) na água e (3) as áreas de descarte de resíduos (*"bota fora"*).

Com estes dados levantados, podemos relacionar as atividades existentes nas indústrias com as mesmas atividades presentes nos laboratórios, como processo de tratamento de água, tanques de estocagem de efluentes, áreas de descarga de efluentes, canais de descarga de efluentes e áreas de descarte, e assim afirmar que as atividades potencialmente poluidoras dos sistemas ambientais das indústrias são semelhantes às dos laboratórios.

CHARACTERISTICS OF PRINCIPAL ACTIVITIES POTENTIALLY CAUSING GROUNDWATER POLLUTION											
Principal characteristics of pollution					Stage of development ^a			Impact of water use			
Activity	Distribution	Category	Main types of pollutant	Relative hydraulic surcharge	Soil zone bypassed	A	B	C	Drinking	Agricultural	Industrial
Industrial development											
Process water/effluent lagoons	u	P	ohs	xx	*		x	xx	xx		x
Tank and pipeline leakage	u	P	oh		*		x	xx	xxx		xx
Accidental spillages	ur	P	oh	xx			x	xx	xxx		xx
Land discharge of effluent	u	P-D	ohs	x			x	xx	x	x	x
Stream discharge of effluent	u	P-L	ohs	xx	*		x	x	x	x	x
Landfill disposal residues and waste	ur	P	ohs		*		x	xxx	xx		x
Well disposal of effluent	u	P	ohs	xx	*			x	x	xx	x
Aerial fallout	ur	D	a						xx	x	x
Distribution: u Urban, r Rural; Category: P Point, D Diffuse, L Line; Types of pollutant: P Fecal pathogens, N Nutrients, O Organic micropollutants, H Heavy metals, S Salinity, A Acidification; x to xxx increasing importance or impact; na Not applicable											
^aStages of development: A Highly industrialized; B Newly industrializing; C Low development Source: Chapman, 1992, p. 403-404.											

Quadro 5 - Principais atividades industriais potencialmente poluentes em água subterrâneas.
Fonte: Chapman (1992 p.403-404 *apud* Canter 1996, p. 256-257).

Na mesma linha de análise dos estudos sobre agentes poluentes e os prováveis locais de contato, impactados por determinadas atividades, a Sociedade de Química e Toxicologia Ambiental (*Society of Environmental Toxicology and Chemistry - SETAC*), em estudo citado por Kolluru et al. (1996), registrou e estudou 126 casos nos Estados Unidos, entre 1980 e 1993, sobre as principais fontes potenciais de riscos ecológicos ocupacionais, que incluíram: radioisótopos, gases tóxicos, compostos orgânicos sintéticos, traços de metais, pesticidas, entre outros. Com este estudo foi possível compilar em tabela a relação dos principais agentes perturbadores dos ambientes naturais, como solo, ar e água, encontrados nas áreas estudadas (Tabela 1).

Natureza dos agentes	Porcentagem
Metais Tóxicos	28
Compostos orgânicos sintéticos	27
Mistura de Resíduos (orgânicos e metais)	20
Agrotóxicos	15
Radionuclídeos	6
Gases Tóxicos	3
Organismos Geneticamente Modificados (OGM)	1

Tabela 1 - Ocorrência relativa dos agentes perturbadores dos ambientes naturais.
Fonte: Kolluru (1996, p. 10.9).

Os dados da tabela indicam que nos casos estudados os metais tóxicos, orgânicos sintéticos e agrotóxicos foram encontrados em 90% das áreas, durante o período do estudo. Os demais estão distribuídos entre os 10% restantes. Temos que considerar que as 4 primeiras categorias dos agentes são as mesmas encontradas em fontes de poluentes utilizadas em laboratórios de análises e pesquisas, assim como de uso industrial. Portanto, consideramos que este estudo pode ser um indicador de que, em escala global, estes são os principais agentes encontrados em áreas contaminadas, através da sua interação com partículas de solo, gotículas de água ou presentes na atmosfera.

Neste mesmo estudo, foi possível desenvolver outra tabela com dados relativos aos ambientes das áreas estudadas, estendendo-se às águas superficiais, sedimentos, solos e sistemas territoriais. Os componentes espaciais envolvidos neste estudo podem determinar os ambientes que estão mais expostos aos agentes

poluidores, de acordo com o seu nível de atuação na natureza, importância e uso dos seus recursos.

Ambiente exposto	Porcentagem
Águas Superficiais	53
Sedimentos	32
Solos	12
Terrestres (não-solos)	9
Águas subterrâneas	7
Ar	3

Tabela 2 - Ocorrência relativa aos ambientes expostos dos agentes perturbadores.
Fonte: Kolluru (1996, p. 10.9).

Ao analisar estes dados, podemos classificar como ambiente exposto mais afetado aquele que possui em seus componentes espaciais a função de transporte de materiais, e que atua em uma escala espacial proporcionalmente bem maior do que a sua própria fonte de poluição, sendo ela pontual ou difusa. As águas superficiais presentes em rios e lagos são mais afetadas pelo fato de estarem geograficamente localizadas nas áreas de menores altitudes, recebendo assim todos os compostos que possuem condições físicas de escoarem superficialmente, movidos pela força gravitacional (Tabela 2). O grande problema encontrado é quando os componentes carregados recebem uma carga de agentes poluentes, como metais, compostos orgânicos ou pesticidas e, conseqüentemente, levam estes contaminantes para os meios de recebimentos, dentre eles as águas superficiais, onde nas áreas estudadas recebem mais de 50% da carga poluidora. Menos de 50% do percurso destes agentes podem ser desviados e depositados em outros locais, como diretamente nos solos e nas águas subterrâneas, o que só é possível quando não ocorrem condições propícias para o transporte superficial, como épocas de períodos de estiagem. Quando estas condições não são favoráveis, os contaminantes permanecem depositados no local do seu primeiro contato, sendo ele no solo, sedimentos ou demais mecanismos terrestres não ligados ao solo (KOLLURU et al., 1996). Em decorrência do seu tempo de exposição, contato e deposição, alinhado ao favorecimento de outras condições, como a ocorrência de umidade, uma pequena porcentagem destes agentes lixivia verticalmente no solo, e dependendo da profundidade das zonas saturadas de águas subterrâneas, os contaminantes podem entrar em contato com lençóis freáticos ou aquíferos,

impactando negativa e diretamente os organismos que deles dependem para sobreviver, como animais, vegetais e os seres humanos.

Devido aos grandes problemas decorrentes de acidentes e exposição do solo e da água aos agentes químicos poluidores, foram estabelecidas, após estudos científicos das mais variadas linhas de pesquisa, como toxicologia, ecotoxicologia, química, biologia, geologia, entre outras, concentrações limites de descargas de substâncias químicas diretamente nestes ambientes. A necessidade da definição destes parâmetros de descarte se deveu ao fato de que a maior exposição humana a estes fatores leva a problemas de saúde em função da ingestão e consumo de água ou alimentos contaminados por resíduos nos solos, água superficial ou subterrânea (CANTER, 1996). No Brasil, o Ministério do Meio Ambiente, 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. No artigo 24 desta 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. Na tabela 3 podemos observar as classes de contaminantes e os parâmetros limites para descarga dos efluentes, de acordo com esta resolução:

LANÇAMENTO DE EFLUENTES	
PARÂMETROS INORGÂNICOS	VALORES (mg/L)
Arsênio Total	0,5
Bário Total	5,0
Boro total	5,0
Cádmio total	0,2
Chumbo total	0,5
Cianeto total	0,2
Cobre dissolvido	1,0
Cromo total	0,5
Estanho total	4,0
Ferro dissolvido	15,0
Fluoreto total	10,0
Manganês dissolvido	1,0
Mercurio total	0,01
Níquel total	2,0
Nitrogênio amoniacal total	20,0
Prata total	0,1
Selênio total	0,3

Sulfeto	1,0
Zinco total	5,0
PARÂMETROS ORGÂNICOS	VALORES (mg/L)
Clorofórmio	1,0
Dicloroeteno	1,0
Fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,5
Tetracloroeto de Carbono	1,0
Tricloroeteno	1,0

Tabela 3 - Parâmetros de aceitação para lançamento de efluentes em corpos de água.
Fonte: CONAMA 357/05 (BRASIL, 2005, p.21).

De forma geral, a análise da Tabela 3 demonstra que esta resolução não oferece parâmetros suficientes para estabelecer um comparativo referente aos componentes presentes em muitos efluentes industriais, assim como os presentes nos resíduos de laboratórios. A tabela mostra somente as classes de compostos resultantes da mistura de substâncias presentes em efluentes. Quando determinados efluentes apresentam cargas de poluentes não reativas, como por exemplo, compostos orgânicos sintéticos ou solventes orgânicos, também conhecidos como Compostos Orgânicos Voláteis (VOCs), como alcoóis ou acetonas, esta resolução não possui respaldo, e pela interpretação da resolução significa que tais compostos não podem ser lançados diretamente nos corpos de água, independente de sua concentração. Por este motivo, para as empresas que desejam verificar o grau de toxicidade dos seus compostos, para o escoamento direto no meio ambiente, ou qual tratamento deverá ser aplicado, torna-se necessária a consulta a parâmetros internacionais, como os presentes nas normas da *Environmental Protection Agency* (EPA) ou da União Européia (UE).

No ano de 2005, através da Decisão de Diretoria nº 195, a CETESB publicou a Norma Técnica que dispõe sobre os Valores Orientadores para Solos e Águas Subterrâneas para o estado de São Paulo, em substituição aos Valores Orientadores de 2001. Nesta Norma ficam estabelecidas 3 categorias de Valores Orientadores:

1. Valor de Referência de Qualidade – VRQ: concentração de determinada substância no solo ou na água subterrânea que define um solo como limpo ou a qualidade natural da água subterrânea.
2. Valor de Prevenção – VP: concentração de determinada substância acima da qual podem ocorrer alterações prejudiciais à qualidade do solo e da água subterrânea.
3. Valor de Intervenção – VI: concentração de determinada substância no solo ou na água subterrânea acima da qual existem riscos potenciais,

diretos ou indiretos, à saúde humana, sendo considerado um cenário de exposição genérico (SÃO PAULO, 2005, p.2).

Consideramos que esta norma possui uma quantidade maior de parâmetros, se comparados ao art.24 do CONAMA 357/05. Valores e diretrizes como estas também são implantadas por órgãos fiscalizadores de outros estados brasileiros, como é o caso dos estados do Rio de Janeiro (RJ), com a Lei estadual n. 3239/99, que instituiu a política estadual de recursos hídricos (RIO DE JANEIRO, 1999) e do Paraná (PR), com a Portaria n. 19/06, que estabeleceu o sistema de automonitoramento das atividades poluidoras. (PARANÁ, 2006). Normas como estas são necessárias para suprir a carência da legislação nacional, que não especifica parâmetros mais detalhados. Os Valores Orientadores da NT 195/05 da CETESB estão apresentados na tabela 4 (p.96-97). Nesta tabela podemos considerar a presença de uma quantidade maior de grupos de substâncias, como inorgânicos, hidrocarbonetos, benzenos, etenos, metanos, fenóis, entre outros. Dentro desta gama de índices qualitativos, é possível tomar como referência estes valores para classificar os resíduos líquidos de laboratórios que, geralmente, se apresentam com compostos mistos, como mistura de hidrocarbonetos não clorados ou mistura de hidrocarbonetos clorados.

VALORES ORIENTADORES PARA SOLO E ÁGUA SUBTERRÂNEA NO ESTADO DE SÃO PAULO

Substância	CAS Nº	Referência de qualidade	Prevenção	Solo (mg.kg ⁻¹ de peso seco) ⁽¹⁾			Água Subterrânea (µg.L ⁻¹) Intervenção
				Intervenção	Agrícola APMáx	Residencial	Industrial
Inorgânicos							
Alumínio	7429-90-5	-	-	-	-	-	200
Antimônio	7440-36-0	<0,5	2	5	10	25	5
Arsênio	7440-38-2	3,5	15	35	55	150	10
Bário	7440-39-3	75	150	300	500	750	700
Boro	7440-42-8	-	-	-	-	-	500
Cádmio	7440-48-4	<0,5	1,3	3	8	20	5
Chumbo	7440-43-9	17	72	180	300	900	10
Cobalto	7439-92-1	13	25	35	65	90	5
Cobre	7440-50-8	35	60	200	400	600	2.000
Cromo	7440-47-3	40	75	150	300	400	50
Ferro	7439-89-6	-	-	-	-	-	300
Manganês	7439-96-5	-	-	-	-	-	400
Mercurio	7439-97-6	0,05	0,5	12	36	70	1
Molibdênio	7439-98-7	<4	30	50	100	120	70
Níquel	7440-02-0	13	30	70	100	130	20
Nitrato (como N)	797-55-08	-	-	-	-	-	10.000
Prata	7440-22-4	0,25	2	25	50	100	50
Selênio	7782-49-2	0,25	5	-	-	-	10
Vanádio	7440-62-2	275	-	-	-	-	-
Zinco	7440-66-6	60	300	450	1000	2000	5.000
Hidrocarbonetos aromáticos voláteis							
Benzeno	71-43-2	na	0,03	0,06	0,08	0,15	5
Estireno	100-42-5	na	0,2	15	35	80	20
Etilbenzeno	100-41-4	na	6,2	35	40	95	300
Tolueno	108-88-3	na	0,14	30	30	75	700
Xilenos	1330-20-7	na	0,13	25	30	70	500
Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos ⁽²⁾							
Antraceno	120-12-7	na	0,039	-	-	-	-
Benzo(a)antraceno	56-55-3	na	0,025	9	20	65	1,75
Benzo(k)fluoranteno	207-06-9	na	0,38	-	-	-	-
Benzo(g,h,i)perileno	191-24-2	na	0,57	-	-	-	-
Benzo(a)pireno	50-32-8	na	0,052	0,4	1,5	3,5	0,7
Criseno	218-01-9	na	8,1	-	-	-	-
Dibenzo(a,h)antraceno	53-70-3	na	0,08	0,15	0,6	1,3	0,18
Fenantreno	85-01-8	na	3,3	15	40	95	140
Indeno(1,2,3-c,d)pireno	193-39-5	na	0,031	2	25	130	1,75
Naftaleno	91-20-3	na	0,12	30	60	90	140
Benzenos clorados ⁽²⁾							
Clorobenzeno (Mono)	108-90-7	na	0,41	40	45	120	700
1,2-Diclorobenzeno	95-50-1	na	0,73	150	200	400	1.000
1,3-Diclorobenzeno	541-73-1	na	0,39	-	-	-	-
1,4-Diclorobenzeno	106-46-7	na	0,39	50	70	150	300
1,2,3-Triclorobenzeno	87-61-6	na	0,01	5	15	35	(a)
1,2,4-Triclorobenzeno	120-82-1	na	0,011	7	20	40	(a)
1,3,5-Triclorobenzeno	108-70-3	na	0,5	-	-	-	(a)
1,2,3,4-Tetraclorobenzeno	634-66-2	na	0,16	-	-	-	-
1,2,3,5-Tetraclorobenzeno	634-90-2	na	0,0065	-	-	-	-
1,2,4,5-Tetraclorobenzeno	95-94-3	na	0,01	-	-	-	-
Hexaclorobenzeno	118-74-1	na	0,003 ⁽³⁾	0,005	0,1	1	1
Etanos clorados							
1,1-Dicloroetano	75-34-2	na	-	8,5	20	25	280
1,2-Dicloroetano	107-06-2	na	0,075	0,15	0,25	0,50	10
1,1,1-Tricloroetano	71-55-6	na	-	11	11	25	280
Étenos clorados							
Cloreto de vinila	75-01-4	na	0,003	0,005	0,003	0,008	5

1,1-Dicloroeteno	75-35-4	na	-	5	3	8	30
1,2-Dicloroeteno - cis	156-59-2	na	-	1,5	2,5	4	(b)
1,2-Dicloroeteno - trans	156-60-5	na	-	4	8	11	(b)
Tricloroeteno - TCE	79-01-6	na	0,0078	7	7	22	70
Tetracloroeteno - PCE	127-18-4	na	0,054	4	5	13	40
Metanos clorados							
Cloroeto de Metileno	75-09-2	na	0,018	4,5	9	15	20
Clorofórmio	67-66-3	na	1,75	3,5	5	8,5	200
Tetracloroeto de carbono	56-23-5	na	0,17	0,5	0,7	1,3	2
Fenóis clorados							
2-Clorofenol (o)	95-57-8	na	0,055	0,5	1,5	2	10,5
2,4-Diclorofenol	120-83-2	na	0,031	1,5	4	6	10,5
3,4-Diclorofenol	95-77-2	na	0,051	1	3	6	10,5
2,4,5-Triclorofenol	95-95-4	na	0,11	-	-	-	10,5
2,4,6-Triclorofenol	88-06-2	na	1,5	3	10	20	200
2,3,4,5-Tetraclorofenol	4901-51-3	na	0,092	7	25	50	10,5
2,3,4,6-Tetraclorofenol	58-90-2	na	0,011	1	3,5	7,5	10,5
Pentaclorofenol (PCP)	87-86-5	na	0,16	0,35	1,3	3	9
Fenóis não clorados							
Cresóis		na	0,16	6	14	19	175
Fenol	108-95-2	na	0,20	5	10	15	140
Ésteres ftálicos							
Dietilexil ftalato (DEHP)	117-81-7	na	0,6	1,2	4	10	8
Dimetil ftalato	131-11-3	na	0,25	0,5	1,6	3	14
Di-n-butil ftalato	84-74-2	na	0,7	-	-	-	-
Pesticidas organoclorados							
Aldrin ⁽²⁾	309-00-2	na	0,0015 ⁽³⁾	0,003	0,01	0,03	(d)
Dieldrin ⁽²⁾	60-57-1	na	0,043 ⁽³⁾	0,2	0,6	1,3	(d)
Endrin	72-20-8	na	0,001 ⁽³⁾	0,4	1,5	2,5	0,6
DDT ⁽²⁾	50-29-3	na	0,010 ⁽³⁾	0,55	2	5	(c)
DDD ⁽²⁾	72-54-8	na	0,013	0,8	3	7	(c)
DDE ⁽²⁾	72-55-9	na	0,021	0,3	1	3	(c)
HCH beta	319-85-7	na	0,011	0,03	0,1	5	0,07
HCH - gama (Lindano)	58-89-9	na	0,001	0,02	0,07	1,5	2
PCBs							
total		na	0,0003 ⁽³⁾	0,01	0,03	0,12	35

Tabela 4 - Valores orientadores para concentração de substâncias.

Fonte: NT195/05 (SÃO PAULO, 2005, p.3-4).

Nos Estados Unidos, os parâmetros que determinam as concentrações de descarte de efluentes nos solos e presentes em resíduos sólidos são definidos como metas para vários meios (*Multi-Media Environmental Goals – MEGs*). Outras duas nomenclaturas são citadas no estudo elaborado por Fitchko (1989 apud CANTER, 1996), para definir melhor as formas de descarte dos resíduos sólidos e efluentes. A meta de descarga para vários meios (*Discharge MEGs - DMEG*) se configura quando o descarte de resíduos sólidos é feito em um período curto de tempo, e a outra situação é quando as características dos resíduos não diluem no ambiente exposto, que geralmente é o solo, dado o nome de *meta* para um nível ambiental de vários meios (*Ambient-Level MEGs - AMEG*). Na Tabela 5 podemos verificar os principais índices aceitos para as duas situações mais presentes na descarga de resíduos sólidos e dos solos, e as classes incluídas na tabela foram selecionadas de acordo com a sua utilização em laboratórios da área química.

Classes de contaminantes	Concentração (mg/kg)	
	Resíduos Sólidos (DMEG)	Solo (AMEG)
Solventes/Ácidos		
Ciclohexano	200	100
Hexano	20.000	10.000
Etanol	20.000	10.000
Metanol	20.000	10.000
Etileno Glicol	2.000	1.000
Acetona	20.000	10.000
Formaldeído	200	100
Ácido Acético	200	100
Acetonitrila	2.000	10.000
Tetracloro de Carbono	2.000	100
Clorofórmio	200	100
Clorobenzeno	20	10
Benzeno	200	100
Tolueno	200	50
Xileno	200	100
Fenol	100	20
Amônia	10	7
Ácido Clorídrico	22.000	----
Ácido Nítrico	90	----
Ácido Sulfúrico	90	----
Sólidos/Metais		
Cádmio	0,3	0,08
Cromo	44	10
Cobre	2,4	2,0
Ferro	1.000	----
Alumínio	1,4	----
Cálcio	20.000	----
Fluoreto	46	----
Magnésio	10.000	8.660
Potássio	8.600	4.320
Sílica	26.000	----
Sulfato	8.600	----

Tabela 5 - Índices de concentrações permitidas para solos e resíduos sólidos e suas classes.
 Fonte: Adaptado de Fitchko (1989 *apud* CANTER, 1996, p. 263-165).

Podemos observar que os parâmetros e as classes presentes nesta tabela se relacionam melhor com a realidade de efluentes industriais e laboratoriais, classificados como *Classe 1 – Resíduos Perigosos* (ABNT, 2004a). As classes são divididas em compostos orgânicos e inorgânicos. É possível estabelecer comparativos entre a realidade das concentrações encontradas nos efluentes e os valores permitidos para descarte direto no meio, ou até mesmo as concentrações permitidas nos próprios resíduos sólidos antes da sua deposição, de acordo com resultados de análises específicas. Possuindo as duas classificações genéricas, estes padrões podem ser aplicados para os efluentes que possuem substâncias reativas e que se transformam após a sua mistura, assim como para efluentes que

possuem uma mistura de várias concentrações de substâncias não reativas, como é o caso de solventes orgânicos, que são estáveis e permanecem com as suas características originais.

Com este retrospecto sobre conceitos de impactos ambientais, podemos introduzir o problema encontrado com relação ao uso de solventes orgânicos ou hidrocarbonetos, entre outras moléculas da mesma composição, que originam efluentes tóxicos e perigosos à saúde humana e ao meio ambiente. As moléculas destes compostos, ao entrarem em contato direto com algum corpo de água, possuem três formas de comportamento:

1. Líquidos de similar ou de menor densidade interagem facilmente com a água, transformando-se em soluções de voláteis orgânicos quando este contato é com fontes hídricas em movimento, tais como cursos fluviais;
2. Os líquidos de menor densidade em contato com lençóis freáticos flutuam sobre a sua parte superior, como a maioria dos solventes derivados do petróleo, tais como benzeno, tolueno, acetona, etc.
3. Os líquidos de densidade maior que a da água que entram em contato com lençóis freáticos tendem a se precipitar nas partes mais profundas. Estes solventes são característicos dos policlorados como clorobenzeno, diclorometano, tetracloreto de carbono, etc. (BAIRD, 2002 p. 486).

Ambientes aquáticos, assim como os solos, estão em constantes interações com as atividades humanas. Diante deste fato, todo processo final de produção ou descarte de materiais obsoletados pelos seres humanos, inevitavelmente, gera algum tipo de matéria que entra em contato direto com a água ou com o solo. Estes 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 sociais e ambientais negativos e, de acordo com a sua concentração, em um tempo muito curto de exposição.

Pelas características espaciais dos dois ambientes estudados, fica claro que o homem depende deles para realizar suas atividades. Ao considerarmos que sistemas de produção são sistemas baseados na utilização de recursos renováveis, como a agricultura, e não renováveis, como o alumínio, estas fontes estão diretamente relacionadas à alteração dos locais em que elas são encontradas, ou

que necessitam para serem produzidas (JUNK, 1995). Diante deste fato, além do homem depender destes recursos para produzir materiais para a sua própria sobrevivência, ele utiliza destes mesmos locais para despejar os subprodutos do final deste processo de produção, consumo e descarte. Tendo em vista que estes ambientes são ecossistemas com suporte limitado para a sua sustentabilidade, é necessário que estudos sejam desenvolvidos para analisar os efeitos e as consequências desta interação, e criar formas de amenização dos impactos no equilíbrio destes ecossistemas.

Neste capítulo, mostramos que para a conservação dos solos e ambientes aquáticos é importante considerar que, caso o manuseio dos produtos químicos estudados não seja efetuado seguramente, 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. Portanto, além da possibilidade da interação destes produtos com os solos ou ambientes aquáticos, também existe o problema desta interação causar um impacto ambiental adverso significativo no meio atingido e, conseqüentemente, alterar suas condições naturais, as quais permitem a continuidade da vida das populações – fauna, flora e humana – ligadas a este ambiente. 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, para que, na condução das suas atividades, ou em um possível aumento do seu volume de serviços, exista uma estrutura segura para a prevenção e minimização de possíveis ameaças ao meio ambiente, principalmente nos solos e corpos de água.

3.0 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO E IDENTIFICAÇÃO DOS ASPECTOS AMBIENTAIS PARA O DESENVOLVIMENTO DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS

No decorrer do processo de urbanização, acelerado pela Revolução Industrial iniciada em meados do século XVIII, houve um crescimento da população humana, associado diretamente à necessidade de maiores demandas de consumo de produtos e outras mercadorias, mais adequadas aos novos estilos de vida. Com isso, também, houve o aumento das fontes de poluição e a complexidade dos resíduos gerados como subprodutos das atividades antrópicas relacionadas à mecanização dos sistemas de produção. Durante este período, a indústria passou a ser o principal centro de desenvolvimento de tecnologias, para transformar recursos naturais em produtos adequados para a vida urbana e sedentarizada. George (1973) correlacionou as atividades industriais aos processos de sedentarização da população, como sendo um fenômeno que associa a indústria ao habitat humano. O mesmo autor salientou ainda que a indústria, atuando na alteração direta do meio ambiente, junto com a sua economia, atinge não somente o meio local, mas também pode comprometer todo um equilíbrio biológico, pela emissão de fumaças tóxicas ou despejo de resíduos nos mares, oceanos, rios, nos solos, entre outros ecossistemas.

Desde esse período, a geração dos resíduos vem transcendendo a capacidade de suporte do meio ambiente, causando desequilíbrios nos ciclos naturais de trocas de energia – entropia (RUSSEL, 1982). Grandes fluxos de elementos artificiais com altas concentrações, e muitos deles tóxicos e nocivos à vida na biosfera, são depositados a todo o momento em regiões onde seu

subsistema gira em torno da própria dinâmica da natureza. Este fluxo de deposição de diferentes resíduos acaba retornando ao ciclo de vida dos seres humanos, sob formas de poluição de diversas origens, a exemplo da radiação, contaminação, chuva ácida, entre outras. (FIGUEIREDO, 1995).

No Brasil, no ano de 2007 foram geradas 168.653 toneladas de resíduos sólidos urbanos ao dia, segundo a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2007). Porém, esses mesmos resíduos não são percebidos do mesmo modo pela sociedade, em razão de sua importância no contexto das preocupações e condutas pró-ambientais. Esta problemática é evitada até o momento em que acarreta ameaças, acidentes, desastres e conflitos ambientais mais graves às populações que, direta ou indiretamente, estão expostas ou ligadas às áreas de deposição, ou habitando o entorno de áreas degradadas, como aquelas onde a destinação de resíduos se apresenta efetivamente com altos níveis de poluição e contaminação, por exemplo, como nos inúmeros casos de lixões a céu aberto.

Os resíduos da população humana são rejeitos descartados pelo homem que não podem fluir diretamente para os rios, solo e ar. Para Philippi (1990, *apud* Silva, 2004), resíduos sólidos podem ser considerados como qualquer mistura de materiais ou restos destes, oriundos dos mais diversos tipos de atividades antropogênicas. São classificados de acordo com a sua natureza física, sua composição química e os riscos potenciais que oferecem ao meio ambiente e à saúde pública (perigosos, inertes e não inertes). Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas, na NBR 10004/04 os resíduos sólidos são definidos como:

Resíduos nos estados sólidos e semi-sólidos, que resultam de atividades de origem industrial doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles instalados em equipamentos e instalação de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível (ABNT, 2004a, p.1).

Para retratarmos diretamente o problema dos resíduos químicos, especificamente, primeiramente devemos considerar que a Química, segundo Gerbase (2005), é uma das ciências que mais trouxe benefícios para a sociedade, principalmente nos últimos tempos. Entretanto, um dos questionamentos mais

graves, relacionado ao uso inadequado da Química, refere-se aos riscos e danos ambientais causados pela geração dos seus resíduos. Os resíduos químicos compreendem uma infinidade de compostos gerados nas mais variadas atividades industriais e laboratoriais do ramo. Estes resíduos merecem uma preocupação especial devido à complexidade dos seus compostos e, principalmente, por apresentarem vários níveis de toxicidade, sendo eles de características físico-químicas ou bioquímicas muito distintas, pela sua complexidade de geração.

No estudo efetuado sobre a geração de resíduos químicos em laboratórios de análises e pesquisas na área química, a quantidade da geração dos mesmos apresenta índices desprezíveis se comparados às indústrias de grande porte deste mesmo ramo, como as de produtos químicos e petroquímicos. Segundo Zancanaro Jr. (2002), se considerarmos a quantidade de geração de resíduos no setor industrial (100ton/mês), os resíduos de instituições de pesquisas aparentam ser insignificantes. Gil (2007) afirma que a grande diferença entre gerenciar resíduos industriais e resíduos de laboratórios está na forma de tratamento e disposição final. O grande problema destas formas de geração é a composição variada e inconstante em que se apresentam. As propriedades químicas dos resíduos mudam constantemente e, dificilmente, encontra-se um método padrão e eficaz para o seu tratamento (GERBASE, 2005).

A importância do desenvolvimento de um gerenciamento padrão destes resíduos, para a conservação do meio ambiente, justifica-se mediante o fato de que as fiscalizações dos órgãos competentes não possuem respaldo legislativo específico quanto às exigências para esta categoria (JARDIM, 1998). As deficiências para se estabelecer procedimentos para este gerenciamento obrigam algumas instituições a recorrer e se adaptar a outras leis, como a de Resíduos de Serviço de Saúde (RDC 306/04), Inventário de Resíduos Industriais (CONAMA 313/02), ou normas internacionais.

3.1 Procedimentos metodológicos aplicados para o desenvolvimento do sistema de gerenciamento de resíduos em laboratórios da área química

Para darmos início ao desenvolvimento do sistema de gerenciamento de resíduos da Bioagri Laboratórios, foi necessário, inicialmente, fazer um levantamento

bibliográfico para a identificação do estado da arte desta temática. A revisão bibliográfica abordou basicamente três principais assuntos envolvidos na contextualização geográfica e ambiental da pesquisa:

1. Gestão ambiental;
2. Riscos ambientais relacionados à manipulação e descarte de produtos químicos;
3. Gerenciamento de resíduos.

Como resultados destes levantamentos, foram detectados alguns problemas para serem solucionados através do desenvolvimento da pesquisa. Dentre os principais, destacamos a questão da contaminação dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, bem como dos solos, relacionados ao uso incorreto de produtos químicos; problemas com a saúde pública, relativos às formas de contato direto ou indireto com os subprodutos descartados ou manuseados de modo incorreto e inseguro; destinação ilegal dos resíduos gerados pelos laboratórios; estudo de processos para redução da geração de resíduos e de impactos negativos ao meio ambiente, entre outros. Para a formulação destes problemas foi utilizada a metodologia de Oliveira (2002), que propõe:

- a) Análise e delimitação do problema atual;
- b) Delineamento da situação final;
- c) Identificação de todos os problemas para serem resolvidos para permitir a passagem (OLIVEIRA, 2002, p.108);

Depois de concluídas as etapas de levantamento bibliográfico e análise dos problemas detectados, foi possível separar as metodologias e as suas aplicações em três etapas. A primeira relacionada ao reconhecimento do objeto de estudo e como estudá-lo através da técnica de estudo de caso, sendo ela ligada diretamente aos procedimentos metodológicos da pesquisa. A segunda, pertinente à metodologia aplicada, foi necessária para definir a estruturação do sistema de gerenciamento de resíduos para laboratórios de análises e pesquisa da área química, considerada como um processo metodológico. E, finalmente, a terceira metodologia foi aplicada para o desenvolvimento de uma técnica de coleta e análise dos dados referentes à geração de resíduos dos laboratórios específicos estudados.

3.1.1 Metodologia de pesquisa

Para a geografia, as pesquisas sobre o meio ambiente, dentre os inúmeros aspectos e temáticas abordadas, também podem focar as problemáticas decorrentes de determinados fenômenos ou processos que acarretam em riscos, adversidades e perigos para a saúde das populações humanas, assim como para as paisagens naturais ou construídas. Devido à interdisciplinaridade da questão, os estudos geográficos sobre este tema, além de relatarem os fatos, visam também à elaboração de propostas de melhorias, subsídios para as ações remediadoras ou explicações conceituais sobre os problemas ou conflitos ambientais pesquisados, entre outros aspectos.

Parte dos estudos ambientais desenvolvidos por geógrafos são realizados através da observação de uma problemática local, sendo analisados todos os fatos que propiciaram a ocorrência de dado fenômeno, o seu desenvolvimento e, posteriormente, a explicação ou proposições nas conclusões do estudo, para assim estabelecer explicações ou correlações com fatos gerais e mais abrangentes. Esta metodologia pode ser reconhecida como um processo indutivo de experimentação (CERVO; BERVIAN, 1983).

A presente pesquisa retrata um estudo referente à importância do desenvolvimento de sistemas de gerenciamento de resíduos de laboratórios de análises e pesquisas da área química, para a conservação ambiental, e a questão dos riscos e potenciais impactos ambientais negativos, no caso de um manejo incorreto destes compostos. Seguindo a metodologia de pesquisa utilizada para a observação de um processo existente em um local, é possível desenvolver um modelo para ser aplicado em várias outras áreas de atuação, como hospitais, indústrias e demais laboratórios de outras especialidades técnico-científicas. O sistema de gerenciamento de resíduos de laboratórios de análises e pesquisa da área química seguiu a metodologia de estudo de caso, desenvolvida por Oliveira (2002, p.115-117). Com esta metodologia foram aplicadas técnicas para a pesquisa com abordagens quali-quantitativas. Estas técnicas se resumiram no desenvolvimento de um estudo descritivo, que avaliou os aspectos gerais do sistema de gerenciamento, analisando e identificando os fenômenos presentes para a compreensão e explicação dos fatores estudados. Dentro da abordagem qualitativa, foi descrito o problema através da identificação dos resíduos presentes nos locais

estudados, analisando-se as variáveis da geração e interpretando as particularidades de cada realidade laboratorial para a classificação, tratamento e encaminhamento dos resíduos. A metodologia quantitativa foi aplicada na etapa da coleta e análise dos dados efetuados, através do sistema de registro dos descartes dos resíduos, para que o gerenciamento garantisse a possibilidade de análise dos resultados e a conclusão da pesquisa.

3.2 Explicação conjuntural da legislação ambiental específica para o gerenciamento de resíduos

Na evolução histórica do SGA, podemos considerar que as padronizações das atribuições necessárias para a redução dos impactos ambientais negativos das organizações são relativamente recentes. No Brasil, a legislação ambiental teve o seu marco inicial com a promulgação do Decreto nº 7 6.389, de 03 de outubro de 1975, que *“dispõe sobre as medidas de prevenção e controle da poluição industrial, e dá outras providências”*. Este decreto instituiu a autonomia dos governos estaduais para adotar medidas contra riscos iminentes e emergenciais para vidas humanas e recursos econômicos, através de ações para reduzir as atividades poluidoras das indústrias (BRASIL, 1975, art. 7).

Embasado nesta autonomia, o governo do estado de São Paulo criou o Decreto nº 8468, em 08 de setembro de 1976, dispondo sobre o sistema de prevenção e controle da poluição do meio ambiente, com a promulgação das regulamentações da classificação das águas e os padrões de qualidade para o lançamento de efluentes. Este Decreto, além de estabelecer os parâmetros de lançamento de efluentes, normaliza a utilização e proteção do ar, estabelecendo padrões de qualidade; dispõe também sobre a poluição do solo, e define o sistema de licenças ambientais para as organizações (SÃO PAULO, 1976). Em 2002, este decreto foi alterado pelo Decreto nº 47.397, de 04 de dezembro, e as principais alterações foram no sistema de concessão de licenças ambientais e novas padronizações para o lançamento de poluentes na atmosfera (SÃO PAULO, 2002).

A Política Nacional do Meio Ambiente foi aprovada pela Lei n. 6.938, somente em 31 de agosto de 1981. Nesta lei foram instituídos os principais sistemas para controle ambiental no país, como o Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA) e o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Após a instauração do

CONAMA, iniciaram-se as promulgações das primeiras resoluções para o controle ambiental no país, por este órgão do governo (BRASIL, 1981). Em 1986 foi lançada a resolução CONAMA 001, de 23 de janeiro, dispondo sobre a necessidade de Estudos de Impactos Ambientais (EIA) e os Relatórios de Impactos Ambientais (RIMA), para a concessão de licenças de operação para organizações (BRASIL, 1986, art. 2). Outra resolução que consideramos importante para o monitoramento do governo frente às atividades potencialmente poluidoras do meio ambiente é a CONAMA 005, de 05 de agosto de 1993. Esta resolução pode ser considerada como a primeira que regulamenta os procedimentos mínimos para o gerenciamento dos resíduos gerados pelas organizações, contendo a definição e classificação dos resíduos presentes nos estabelecimentos que se aplicam a esta resolução. As atividades às quais se aplicam esta resolução estão presentes em: portos, aeroportos, terminais ferroviários e rodoviários, e estabelecimentos prestadores de serviços de saúde (BRASIL, 1993). Para os demais estabelecimentos considerados como de maior potencial poluidor, o CONAMA elaborou a resolução nº 313, em 29 de outubro de 2002, que dispõe sobre o *Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais*. Com a regulamentação, criou-se a obrigatoriedade das indústrias promoverem um inventário dos resíduos sólidos gerados por suas atividades, e, conseqüentemente, estabelecida a necessidade das organizações manterem um sistema para a coleta dos dados e a elaboração para o envio de um relatório para os órgãos estaduais, conforme exigência do art. 4 desta resolução (BRASIL, 2002):

Art. 4º As indústrias das tipologias previstas na Classificação Nacional de Atividades Econômicas do IBGE, abaixo discriminadas, deverão, no prazo máximo de um ano após a publicação desta Resolução, ou de acordo com o estabelecido pelo órgão estadual de meio ambiente, apresentar a este, informações sobre geração, características, armazenamento, transporte e destinação de seus resíduos sólidos, de acordo com os Anexos de I a III:

- I - preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos de viagem e calçados (Divisão 19);
- II - fabricação de coque, refino de petróleo, elaboração de combustíveis nucleares e produção de álcool (Divisão 23);
- III - fabricação de produtos químicos (Divisão 24);
- IV - metalurgia básica (Divisão 27);
- V - fabricação de produtos de metal, exclusive máquinas e equipamentos (Divisão 28);
- VI - fabricação de máquinas e equipamentos (Divisão 29);
- VII - fabricação de máquinas para escritório e equipamentos de informática (Divisão 30);
- VIII - fabricação e montagem de veículos automotores, reboques e carrocerias (Divisão 34); e
- IX - fabricação de outros equipamentos de transporte (Divisão 35).

No decorrer dos anos, a legislação ambiental brasileira aprimorou a especificidade das suas atuações e detalhamento das atividades potencialmente poluentes ao meio ambiente. Mesmo sendo considerada uma legislação ambiental muito rica e abrangente, os laboratórios de análises e pesquisas ainda não possuem nenhuma lei ou decreto que regule a necessidade desta categoria de atividade possuir um sistema de controle ambiental. Frente a esta realidade, os laboratórios que decidem implementar um sistema de gerenciamento ambiental devem se adequar às leis ou resoluções que, indiretamente, englobam esta atividade, pelo fato de geralmente estarem ligados às atividades industriais, ou até mesmo por possuírem atividades semelhantes, como é o caso dos serviços de saúde. Geralmente, laboratórios de controle de qualidade e desenvolvimento de pesquisas, presentes nas dependências de instalações industriais, são anexados no mesmo sistema de controle ambiental adotado pela indústria. Em contrapartida, laboratórios específicos de instituições, como centros de pesquisa e universidades, devem se adequar às resoluções aplicáveis a atividades de riscos ambientais e ocupacionais semelhantes, como o serviço de saúde, por possuírem funções, atividades e formas de geração de resíduos correlacionadas.

No Brasil, a primeira resolução que instituiu regulamentações sobre o tratamento e a destinação final dos Resíduos dos Serviços de Saúde (RSS) foi a CONAMA nº 283, de 12 de julho de 2001. Nesta resolução foram definidos os locais provenientes de geração de RSS, como os centros de pesquisa, desenvolvimento ou experimentação na área de farmacologia ou clínica, assim como as categorias de resíduos gerados por estes locais. Além destas definições, foi instituída a necessidade da elaboração do *Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviço de Saúde* (PGRSS), relativo a cada estabelecimento que exerce as atividades definidas na resolução, complementando os procedimentos da resolução CONAMA 05/1993 (BRASIL, 2001). Esta resolução foi complementada em 29 de abril de 2005, pela resolução CONAMA nº 358, onde as definições sobre os procedimentos de gerenciamento de resíduos e as definições das categorias de resíduos foram abordadas com um detalhamento maior (BRASIL, 2005). No conjunto destas resoluções, constatamos que os estabelecimentos de serviços de saúde são considerados como todos aqueles que possuem atividades diretas e indiretas médico-assistenciais humanas ou animais. Portanto, ao englobar centros de pesquisa, entendemos que a realidade destes estabelecimentos é semelhante às de

laboratórios de análises e pesquisa da área química, justificando a utilização das normas e resoluções desta área para a elaboração do sistema de gestão ambiental e gerenciamento de resíduos (MICARONI, 2008).

Em relação às atividades voltadas aos serviços de saúde, outro órgão do governo ligado ao Ministério da Saúde, que emitiu resoluções sobre o controle ambiental destes estabelecimentos, é a Agência Nacional de Vigilância Sanitária, através de sua Diretoria Colegiada. A RDC nº 33, de 25 de fevereiro de 2003, atualizada pela RDC nº 306, em 07 de dezembro de 2004, dispõe de um Regulamento Técnico detalhado sobre gerenciamento de resíduos de serviço de saúde. Neste regulamento ficaram estabelecidas todas as definições e procedimentos sobre o desenvolvimento das etapas de manejo para a elaboração de um PGRSS, como a segregação, acondicionamento, identificação, transporte interno e externo, armazenamento temporário, tratamento, coleta e disposição final dos RSS (BRASIL, 2003; BRASIL, 2004). Consideramos que esta resolução detalha orientações para o gerenciamento de resíduos presentes em qualquer tipologia de atividades, que contenham as mesmas formas de geração das categorias de resíduos citados, como por exemplo, os resíduos químicos líquidos ou efluentes provenientes de equipamentos automatizados de análises clínicas, ou demais produtos considerados perigosos de acordo com a classificação da NBR 10004 da ABNT, e que, semelhantemente, são classes de resíduos gerados em laboratórios da área química.

3.3 Gerenciamento de Resíduos: conceitos e definições

Gestão e sistema partem de um mesmo princípio, para manter a ordem de seus componentes internos. O gerenciamento, por fazer parte de um sistema, é o principal mecanismo que controla todas as trocas dos componentes formadores de um sistema. Para o meio ambiente, o SGA possibilita o gerenciamento de resíduos para controlar os aspectos ambientais significativos, ou seja, com potencialidade de causar impactos ambientais negativos, atuando como um sistema de gestão específico das áreas da organização que possuem características para causar tais impactos. O gerenciamento de resíduos é classificado com um sistema, pois possui

atributos para serem controlados internamente. De acordo com a resolução CONAMA 307/2002:

Gerenciamento de resíduos: é o sistema de gestão que visa reduzir, reutilizar ou reciclar resíduos, incluindo planejamento, responsabilidades, práticas, procedimentos e recursos para desenvolver e implementar as ações necessárias ao cumprimento das etapas previstas em programas e planos (BRASIL, 2002b, art,2);

Segundo estes mesmos princípios, a resolução que serve como base jurídica para a implementação do gerenciamento de resíduos nos laboratórios estudados conceitua o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde (RSS) como:

Um conjunto de procedimentos de gestão, planejados e implementados a partir de bases científicas e técnicas, normativas e legais, com o objetivo de minimizar a produção de resíduos e proporcionar aos resíduos gerados, um encaminhamento seguro, de forma eficiente, visando à proteção dos trabalhadores, a preservação da saúde pública, dos recursos naturais e do meio ambiente (BRASIL, 2004, p.2).

O gerenciamento de resíduos também pode ser considerado como a prática de um sistema que consiste em controlar o potencial de impactos ambientais dos resíduos gerados de uma determinada atividade (ROCCA, 1993). Este sistema pode ser considerado com uma prática de Produção Mais Limpa (P+L), na medida em que o gerenciamento de resíduos estabelece formas de conter ou minimizar uma geração demasiada de resíduos, ou até mesmo de buscar alternativas para as suas destinações. Esta afirmação baseia-se na necessidade de instauração de P+L em uma organização, onde primeiramente é necessário efetuar o levantamento de informações pertinentes aos aspectos ambientais para verificar as possibilidades, por exemplo, das substituições de matérias-primas ou reaproveitamento dos resíduos (CETESB, 2002). De acordo com a CETESB (2002), a única diferença entre programas de P+L e os sistemas convencionais de gerenciamento é que ele não é burocrático e linear.

No contexto de Prevenção à Poluição (P2), que se refere a um processo que visa à eliminação relacionada ao volume, concentração e toxicidade dos poluentes na fonte geradora, através da aplicação de procedimentos técnicos e administrativos, o gerenciamento de resíduos também se enquadra por ter objetivos semelhantes. Este enquadramento equivale ao P2, devido a sua característica de controlar os resíduos gerados desde a sua fonte até o seu descarte final, mantendo

registros e dados para serem analisados, com o intuito de reduzir a carga de resíduos gerados e otimizar o uso dos produtos químicos nos laboratórios (CETESB, 2002).

O gerenciamento de resíduos em laboratórios da área química consiste em padronizar as ações desenvolvidas. Primeiramente, separando os principais grupos químicos dos resíduos na fase de segregação. Após esta fase, devem-se definir as formas de transporte, armazenamento, tratamento e destinação final, de acordo com cada classificação genérica dos principais compostos, como mostra a figura 5 (p.108). Este plano consiste em, além de padronizar o manejo, prever um programa de treinamentos periódicos para os envolvidos, assim como o controle das variações de volume de resíduos gerados.

Atualmente, a grande dificuldade em disseminar este trabalho em todas as regiões do Brasil se deve à falta de um órgão fiscalizador específico para esta área (JARDIM 1998). Devido a esta realidade, muitos descartes ainda são praticados de forma incorreta, com grandes probabilidades de vazamentos e acidentes ambientais causados por estes resíduos. Um exemplo disso, como já foi citado, ocorreu no Instituto de Macromoléculas “Professora Eloísa Mano”, da Universidade Federal do Rio de Janeiro (IMA/UFRJ), onde resíduos sólidos e líquidos eram enterrados no terreno circundante, fazendo com que os mesmos percolassem com facilidade para a Baía de Guanabara. O fato propiciou a criação, a partir de então, de normas internas para a coleta e destinação dos resíduos nesta universidade (PACHECO, 2003).

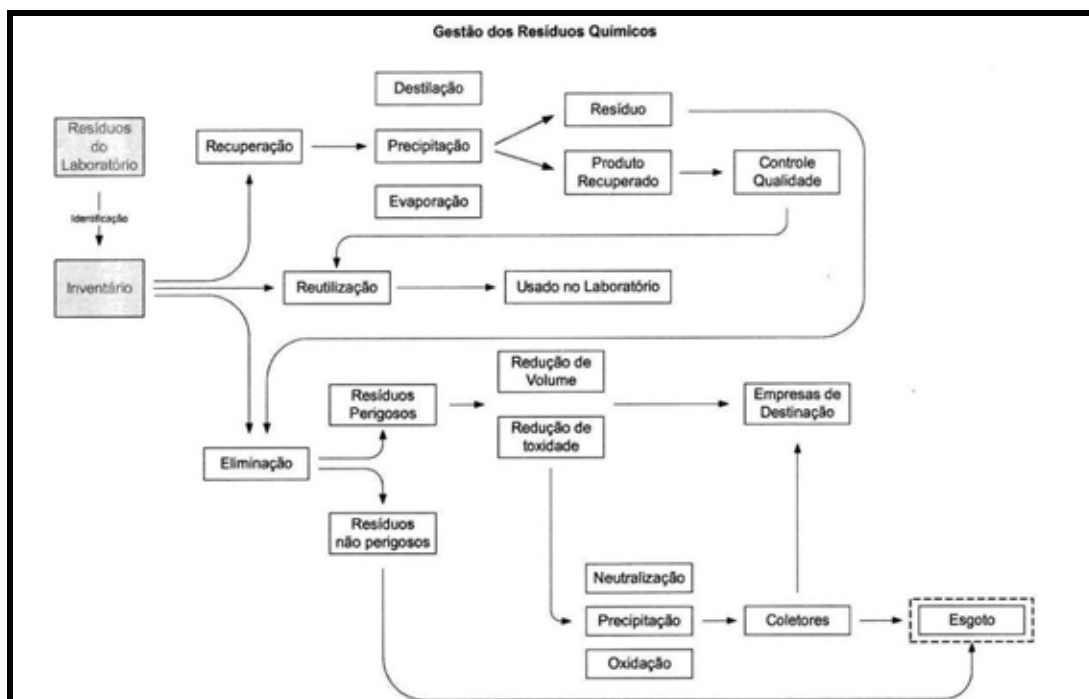


Figura 5 - Gestão dos Resíduos Químicos. Fonte: Silva e Carreira (2003, p. 34).

O controle dos aspectos ambientais nos laboratórios também é efetuado pelo gerenciamento periódico do volume de resíduos líquidos gerado. Os dados coletados por este sistema de controle podem ser analisados para determinar os períodos de maior geração e, comparando-os com outros indicadores, a exemplo do consumo de insumos e a quantidade de análises efetuadas, é possível o estabelecimento de planos de ação ou projetos técnicos para tentativas de redução da geração de resíduos na fonte. A Lei nº 12.300/06, do estado de São Paulo, que instituiu a Política Estadual de Resíduos Sólidos, exige, com base em seus princípios básicos, principalmente do gerador, as seguintes medidas:

- IV – a promoção de padrões sustentáveis de produção e consumo;
- V - a prevenção da poluição mediante práticas que promovam a redução ou eliminação de resíduos na fonte geradora;
- VI – a minimização dos resíduos por meio de incentivos às práticas ambientalmente adequadas de reutilização, reciclagem, redução e recuperação. (GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2006, Art. 2º).

Nestes incisos, é possível perceber a necessidade do desenvolvimento e implementação de sistemas de gerenciamento nos laboratórios geradores de resíduos, além do seu enquadramento na categoria de geradores de resíduos industriais.

Atualmente, as empresas que possuem a certificação *International Organization for Standardization* – ISO 14001/04 –, ou seja, a norma internacional

que estabelece requisitos gerais para a implementação de um sistema de gestão ambiental, controlam os seus aspectos ambientais mediante um sistema de gerenciamento. O item 4.5.1 desta norma estabelece que: “A organização deve estabelecer, implementar e manter procedimento(s) para monitorar e medir regularmente as características principais de suas operações que possam ter impacto ambiental significativo” (ABNT, 2004b, p. 11). Para Silva e Carreira (2003), os indicadores do gerenciamento são importantes para manter a redução simples da quantidade, ou estabelecer o percentual envolvido nas destinações específicas.

A estruturação de programas de gestão ambiental em laboratórios envolve basicamente os processos de gerenciamento de resíduos e, segundo Jardim (1998), para a concretização da continuidade do programa é necessário um envolvimento direto da alta diretoria da empresa, que garanta a prática de ações eficientes para a obtenção dos resultados propostos pelas metas, a médio e longo prazo. Para que as ações que já fazem parte da rotina dos trabalhadores sejam modificadas, é primordial um maior envolvimento dos mesmos no sentido de conhecer a importância deste programa para a saúde ocupacional, a qualidade ambiental e de vida, e da relevância de uma produção mais limpa para a conservação do meio ambiente. Por conseguinte, esta nova fase, relacionada à sensibilização e educação dos funcionários, pode ser introduzida através do desenvolvimento de um programa de educação ambiental não-formal, enfocando temas sobre resíduos, riscos, sociedade, proteção e responsabilidade social e ambiental.

3.4 Importância do gerenciamento de resíduos para a conservação ambiental

Antes de discutirmos qual é o grau de importância do gerenciamento de resíduos industriais e de laboratórios para a conservação ambiental, é necessário retomarmos alguns conceitos sobre meio ambiente. Tommasi (1993), citando Grinover (1989), afirma que meio ambiente é um jogo de interações entre o meio que suporta os elementos vivos e as práticas sociais produtivas do homem. Sachs (1986, *apud* TOMMASI, 1993), coloca que o meio ambiente é a interação entre os elementos naturais e a sociedade humana, incluindo os domínios ecológico, social, econômico e político. Ao analisar o conceito sob uma perspectiva sistêmica,

Christofolletti (1990, *apud* TOMMASI,1993, p.11), afirma que neste mesmo meio ambiente estão os “geossistemas, que compreendem a organização espacial oriunda dos processos do meio ambiente físico, e os sistemas sócio-econômicos, que compreendem as organizações espaciais oriundas dos processos ligados às atividades humanas”.

Para compreendermos melhor o meio ambiente, não apenas como um conjunto de elementos naturais e construídos interagindo entre si, mas envolvendo a interação destes elementos, tendo a ação do homem como principal agente transformador, consideramos que algumas formas dessas relações podem causar danos ambientais irreparáveis ou irreversíveis se não forem controladas ou amenizadas através de medidas racionais visando sua conservação. Simmons (1982) destaca que o uso crescente dos recursos naturais, transformados durante os processos de produção industrial, está criando uma série de problemas ambientais. Por conseguinte, nos dias de hoje, o final do processo de produção e o descarte dos produtos inutilizados pelo uso doméstico, desses mesmos recursos transformados, estão causando sérios problemas no tratamento e na disposição final dos resíduos, levando-nos à discussão e à reflexão sobre aspectos do descarte correto, do ponto de vista ecológico.

A prevenção e a minimização de impactos ambientais causados pelas atividades industriais e humanas são alguns dos principais objetivos dos sistemas de gestão ambiental. Deste modo, de acordo com a resolução CONAMA nº 001, impacto ambiental é qualquer alteração das propriedades do meio ambiente, sendo esta de natureza química, física ou biológica, causada por ações humanas. (BRASIL, 1986). Para Tommasi (1993), impactos ambientais são alterações físicas ou funcionais no meio ambiente, que trazem consequências desfavoráveis à sociedade humana, sendo controlados através de ações integradas entre a administração pública, setores industriais, de serviços e sociedade civil, com o incremento de medidas para redução e tratamentos menos danosos relacionados à geração de resíduos. Através de práticas conservacionistas relacionadas à prevenção e à remediação de impactos adversos, podemos contribuir para o restabelecimento do equilíbrio das relações entre os múltiplos componentes ambientais, proporcionando um novo relacionamento do homem com seu ambiente total (DUBOS, 1974).

O gerenciamento de resíduos não deve ser considerado apenas como uma forma de controlar o potencial dos impactos ambientais causados, mas como um sistema que contribui para alterar toda uma linha de pensamento a respeito da relação dos sistemas de tratamentos e destinação de resíduos. É através da sua estruturação que se inicia a busca de novas técnicas de tratamento e destinações para os resíduos gerados em um determinado segmento. A visão global dos possíveis impactos negativos causados pelos resíduos no meio ambiente não deve ser analisada apenas como uma alteração em um ambiente pontual, mas sim como uma cadeia de alterações ambientais, envolvendo vários componentes que se interrelacionam.

3.5 A empresa Bioagri Laboratórios

A Bioagri Laboratórios é uma empresa prestadora de serviços, que desenvolve estudos e análises para certificação de produtos no segmento de agrotóxicos, saneantes, cosméticos, biocombustíveis, fármacos, veterinários e alimentos. Possui aproximadamente 250 colaboradores e compreende a maior concentração de mestres, doutores e pós-doutores entre as empresas privadas da região (discurso do presidente da empresa, Álvaro Vargas, em 06/04/09, na inauguração do Laboratório de Fármacos (LFAR). A sua área física consiste em um terreno de 21409,77 m², com 5.302, 64 m² de área construída, dividida em 19 prédios. O seu terreno é estruturado para que não haja riscos de sofrer danos com alguma forma de intempérie, como erosões, deslizamentos, assoreamentos, entre outros, como podemos observar na figura a seguir. Em termos de sua localização geográfica, está a 22°51.75" de latitude S e 47°36 '13.54" de longitude W.



Figura 6 – Foto da Bioagri Laboratórios de Piracicaba (SP). Fonte: Bioagri Laboratórios (2005).

Tendo sua matriz localizada estrategicamente no município de Piracicaba, por ser um polo regional de produção agropecuária de cana-de-açúcar e gado de corte, colabora com o setor para a produção científica, desde 1991. Juntamente com outras instituições, como a Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ-USP), Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA-USP) e Centro de Tecnologia Canavieira, a organização faz parte de uma região considerada como um promissor polo de desenvolvimento técnico-científico na área de biotecnologia e tecnologias agrícolas de produção.

Atualmente, a empresa atua em duas áreas de pesquisa e desenvolvimento. A primeira é o desenvolvimento de estudos e análises para certificação de produtos e controle de qualidade, credenciado aos órgãos governamentais do setor de atuação como ANVISA, INMETRO, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), IBAMA, entre outros. Os laboratórios da Bioagri Laboratórios desenvolvem estudos físico-químicos, toxicológicos, ecotoxicológicos, microbiológicos etc. O outro segmento são as atividades desenvolvidas pela Bioagri Ambiental, que realiza análises para avaliação da qualidade e classificação de amostras de águas subterrâneas, superficiais, resíduos sólidos, efluentes líquidos, emissões gasosas, entre outros.

3.6 Objetivos do sistema de gerenciamento de resíduos dos laboratórios da Divisão de Química da Bioagri

O sistema de gerenciamento de resíduos dos laboratórios da Divisão de Química (DQM) da Bioagri engloba um objetivo principal referente à criação de uma sistemática padronizada para manuseios e controles adequados, visando o descarte de resíduos químicos gerados nos laboratórios, de acordo com a legislação vigente.

Como objetivos específicos, o sistema tem a proposição de medidas para controle de desperdícios e, conseqüentemente, a diminuição da geração de resíduos nos laboratórios, através da conscientização e sensibilização dos funcionários para sua contribuição na melhoria do sistema. Também visa à elaboração dos procedimentos para o gerenciamento e controle dos resíduos, visando preservar a saúde pública e dos funcionários, bem como os níveis de qualidade ambiental.

3.7 O gerenciamento de resíduos de laboratórios como processo do Sistema de Gestão Ambiental

O Plano de Gerenciamento de Resíduos da Bioagri Laboratórios (PGRBio) foi implementado para atender à legislação vigente, aplicada como normas de qualidade específicas para laboratório. A organização, por obter creditações em seu sistema de qualidade, como Boas Práticas de Laboratório (BPL) e a ABNT NBR/ISO/IEC 17.025, concedido pela ANVISA e INMETRO para o desenvolvimento de estudos químicos, físico-químicos e biológicos, recebe periodicamente auditorias de controle para avaliação do andamento do sistema implantado, de acordo com as duas normas vigentes: a Divisão de Credenciamento de Laboratórios (DICLA) NIT-DICLA 035 rev. 00 (BPL) e norma NBR/ISO/IEC 17.025 (ABNT, 2005). Desde o ano da aquisição destas creditações, em 2000, notou-se que a partir do ano de 2004 o requisito de descarte de resíduos passou a ser verificado com mais rigorosidade, principalmente em auditorias tendo como fundamento a norma DICLA 028 rev. 01, depois substituída pela DICLA 035 rev.00, que exige o controle para o manuseio de resíduos e procedimentos específicos (INMETRO, 2003; 2007). Na publicação dos procedimentos da Rede Brasileira de Laboratórios Analíticos em Saúde (REBLAS) da ANVISA, a Gerência Geral de Laboratórios de Saúde Pública (GGLAS) 02/BPL estabelece critérios para a habilitação de laboratórios com os princípios de boas

práticas. No item 3.5, a norma exige que os laboratórios possuam controle para o descarte de resíduos, segundo a legislação vigente, assim como procedimentos específicos e controle de registros destas atividades (ANVISA, 2001). Portanto, no ano de 2005, após uma auditoria da ANVISA, observou-se a necessidade da reformulação do plano de gerenciamento de resíduos da Bioagri Laboratórios, já existente, mas seguindo os requisitos da Resolução na Diretoria Colegiada (RDC) 306/04 (ANVISA, 2005).

Tendo em vista a exigência da ANVISA para a elaboração de um novo PGRBio, foi decidido que, além do cumprimento dos requisitos da RDC 306/04, o departamento responsável pela elaboração deveria seguir o item presente na norma DICLA 028, revisão 01, que exigia o cumprimento de legislações vigentes. Portanto, além de seguir os requisitos da RDC 306/04, o PGRBio se fundamentou também em princípios da NBR ISO 14001/04 e da resolução CONAMA 313/02.

Assim como em todo SGA implantado nas organizações, a NBR ISO 14001/04 baliza todas as suas etapas. No caso da Bioagri, onde não foi implementado um SGA de acordo com os requisitos da ISO 14001, esta norma foi utilizada apenas para embasar três etapas do plano elaborado, como podemos conferir no quadro 6:

ETAPA	DESCRIÇÃO	ITEM DA NBR ISO 14001/04
1	Levantamento e mapeamento das fontes geradoras internas de resíduos	4.3.1a – Aspectos ambientais
2	Gerenciamento de resíduos	4.4.6 – Controle operacional
3	Sistema de coleta, levantamento e análise dos dados referentes à geração de resíduos	4.5.1 – Monitoramento e medição

Quadro 6 – Embasamento das etapas implementadas do PGRBio segundo itens da NBR ISO 14001/04. Fonte: ABNT (2004b, p.8; p.10-11).

O quadro apresenta as três etapas do PGRBio, que além de seguir itens da RDC 306/04, também segue itens da NBR ISO 14001/04, justificando o plano como um processo inicial para a implementação de SGA em laboratórios de análises e pesquisas da área química.

Os conteúdos da NBR ISO 14001 estão relacionados diretamente à implementação de técnicas que reduzem os processos de degradação ambiental (ABNT, 2004b). No caso dos laboratórios estudados, o principal potencial que pode gerar impacto ambiental negativo é a geração de resíduos líquidos oriundos do processamento das amostras analisadas e os insumos usados para obter os resultados analíticos. Segundo Gil (2007), com as determinações desta norma

podem-se estabelecer procedimentos de levantamento, armazenamento, recuperação e disponibilização dos dados oriundos da quantificação dos resíduos gerados, favorecendo, desta forma, a prevenção de impactos ambientais negativos de caráter compartimental e não-compartimental, a exemplo de processos de contaminação do solo, ar, água, flora e fauna.

De acordo com a NBR ISO 14001/04, após o cumprimento da primeira etapa, que é o estabelecimento da política ambiental, a próxima etapa é o levantamento dos aspectos ambientais que, potencialmente, podem ocasionar impactos adversos significativos no meio ambiente, de forma direta ou indireta (ABNT, 2004b). Nos laboratórios estudados, o aspecto ambiental que oferece maior destaque é a geração de resíduos líquidos, resultantes das diversas áreas de atividades, caracterizadas por suas fontes geradoras internas. Cada área de atuação possui uma característica específica quanto aos tipos de produtos utilizados e amostras analisadas, ou seja, para cada amostra são necessários produtos diferentes para determinar os resultados planejados. Dentro da etapa do levantamento dos aspectos ambientais, segundo o Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE, 2006), é necessária a classificação e a quantificação destes resíduos. Ao partirmos destes conceitos, foi desenvolvido um sistema de classificação e subclassificação dos resíduos químicos, para que em seus levantamentos periódicos fosse possível esta quantificação.

Existem muitos benefícios com relação às quantificações dos resíduos gerados conforme o sistema de registro implantado, sendo o principal deles o atendimento do requisito da norma que obriga verificar os indicadores de desempenho ambiental do Sistema de Gestão Ambiental implantado. De acordo com a NBR ISO 14001/04, os elementos presentes no SGA, em especial as operações relacionadas aos aspectos e impactos ambientais significativos, devem ser monitorados e medidos, sendo que a organização deve manter registros e controle dessas medições (ABNT, 2004b, item 4.5.1). Outro ponto importante relacionado às mensurações de desempenho ambiental é o cumprimento das metas ambientais estabelecidas periodicamente pelos laboratórios. Estas metas são traçadas de acordo com os índices de geração de resíduos anuais, e de forma gradativa são implantados sistemas de redução na fonte, de reutilização e de reciclagem, com o intuito de diminuir estes índices e, conseqüentemente, melhorar de modo contínuo o sistema de gerenciamento.

Como já vimos, além das determinações exigidas pela NBR ISO 14001/04, para o cumprimento das exigências da norma BPL, os laboratórios estudados possuem atividades diretamente ligadas à saúde e ao bem estar humano, tais como análise de fármacos e análise de resíduos de agrotóxicos em alimentos, justificando a necessidade da aplicação do plano de gerenciamento de resíduos, segundo os critérios da ANVISA, presentes na RDC 306/04 (BRASIL, 2004). Para a realidade dos laboratórios da Bioagri esta exigência foi benéfica, pois a abrangência desta resolução engloba laboratórios de análises de produtos para saúde e estabelecimentos de pesquisa na área de saúde (BRASIL, 2004). Assim como se exige na NBR ISO 14001/04 e na RDC 306/04, é necessária, após o levantamento dos aspectos ambientais, a aplicação do seu manejo em conformidade com outros requisitos legais aplicáveis, tais como a NBR 10004, NBR 12235, NBR 7500, NBR 13221 e da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) NE- 6.05, entre outras. No caso da RDC 306/04, são citados todos os requisitos legais que devem ser seguidos nos serviços de saúde; já na ISO 14001 ficam abertos para as adequações conforme a realidade dos aspectos ambientais significativos decorrentes. Ambas corroboram para a melhoria do bem estar social e ambiental da sociedade, visando à implementação de técnicas que conservem e preservem o meio ambiente (BRASIL, 2004; ABNT, 2004b).

Especificamente, a RDC 306/04 é o conjunto de procedimentos que mais se aproxima da realidade da geração de resíduos no ambiente laboratorial da área química. O sistema de gerenciamento, segundo esta resolução, consiste em caracterizar, classificar, segregar, transportar, armazenar, tratar e destinar os resíduos gerados, detalhando didaticamente todas as etapas a serem cumpridas para a estruturação de um plano de gerenciamento de resíduos de serviço de saúde, sendo então possível adequá-lo a laboratórios da área química, por não existir legislação específica para esta área no país (BRASIL, 2004). Além de definir as etapas para o gerenciamento, a resolução exige a elaboração de indicadores de quantificações, que consiste em desenvolver “instrumentos de avaliação e controle, incluindo a construção de indicadores claros, objetivos, auto-explicativos e confiáveis, que permitam acompanhar a eficácia do PGRSS implantado” (BRASIL, 2004, item 4.2.1, p.6), contribuindo para o fornecimento de dados para o estabelecimento de metas de redução da geração de resíduos e, consequentemente, da diminuição dos riscos e impactos ambientais adversos.

Finalmente, após a fixação das etapas do gerenciamento de resíduos, junto com o sistema de coleta de dados para estabelecer as variações das proporções das categorias de resíduos gerados, é elaborado um inventário geral da quantificação dos resíduos, de acordo com art. 4 da resolução CONAMA 313/02. Este inventário possui informações sobre a geração, características, armazenamento, transporte e destinação dos resíduos (BRASIL, 2002a, p.1). Esta mesma resolução possui o modelo do formulário para apresentação dos dados coletados para o órgão estadual de meio ambiente.

3.7.1 O Plano de Gerenciamento de Resíduos da Bioagri Laboratórios – PGRBio

O plano de gerenciamento de resíduos implantado nos laboratórios da empresa teve como foco a reestruturação deste sistema de gerenciamento, através do desenvolvimento de um controle de registros, acondicionamentos, transporte e destinação dos resíduos gerados, entre outros. A continuidade das práticas deste plano somente foi possível com a capacitação dos funcionários, através de treinamentos periódicos, já que o sucesso do sistema depende, fundamentalmente, do comportamento humano frente aos problemas causados pelo descarte incorreto dos resíduos, assim como a necessidade dos seus registros. Porém, para que estas novas atividades se tornassem concretas, foi necessário trabalhar com a conscientização e sensibilização dos trabalhadores envolvidos diretamente com a coleta dos resíduos, denominados Responsáveis pela Coleta de Resíduos (RCRs), através de treinamentos específicos e mais detalhados dos procedimentos aplicáveis. Este trabalho de melhoria contínua contou com o desenvolvimento de eventos culturais, com a realização de atividades interativas voltadas à temática ambiental, sendo geralmente enfocados aspectos sobre os problemas causados pelos resíduos no meio ambiente. A prática de atividades de sensibilização e de educação ambiental, através do desenvolvimento de programas internos, visando à aquisição de novas informações sobre o tema, enfocou conteúdos respectivos à relação dos interesses individualizados na apropriação do espaço e dos recursos naturais de uso comum.

O PGRBio conta com todas as informações e políticas relacionadas ao sistema de gerenciamento de resíduos da empresa. Este plano foi elaborado pelo autor do trabalho aqui apresentado, para delinear todos os processos e etapas da aplicação do sistema na Bioagri Laboratórios, pelos funcionários.

3.7.2 Definição da área de estudo e a metodologia aplicada para o levantamento dos compostos de resíduos gerados

As atividades dos laboratórios envolvidos neste estudo consistem em análises físico-químicas, radioativas, controle de qualidade, de qualificação e quantificação em agrotóxicos e fármacos, teor de residual de agrotóxicos em alimentos, que podem interferir direta e indiretamente no meio ambiente, causando diferentes impactos ambientais. Nas análises químicas são utilizados muitos compostos de reagentes, como solventes halogenados, não halogenados, óxidos, ácidos e bases, entre outros, que necessitam ser controlados com rigor, desde o momento em que são retirados do almoxarifado, até a etapa em que devem ser descartados. A variedade de produtos químicos utilizados para efetuar as análises laboratoriais justifica a complexidade dos compostos gerados em seus resíduos. Estes laboratórios compõem as atividades da Divisão de Química da empresa e as principais atividades desenvolvidas nestes laboratórios são:

- Laboratório de Análise de Resíduos (LAR): desenvolve estudos de quantificação e qualificação de residuais de agrotóxicos em alimentos através de extração por via úmida.
- Laboratório de Fármacos (LFAR): desenvolve estudos físico-químicos, de bioequivalência (parte analítica) e equivalência de produtos farmacêuticos e desenvolvimento de métodos, validação de metodologias, doseamento de princípios ativos, estudos de estabilidade e foto-estabilidade e testes microbiológicos em amostras de fármacos e veterinários.
- Laboratório de Espectrometria de Massa (LEM): estudos de qualificação e quantificação de ativos de agrotóxicos e os seus metabólitos em amostras de 5 bateladas.
- Laboratório de Rádioquímica (LRD): estudos sobre os efeitos de pesticidas nos microorganismos do solo através de monitoramento dos ciclos de carbono e nitrogênio (estudos toxicológicos); estudos que demonstram o comportamento ambiental do pesticida, através de análises de biodegradação, adsorção/dessorção, mobilidade em coluna de solos brasileiros, bem como por análises de hidrólise e fotólise em água.

– Laboratório de Físico-Química (LFQ): análises físico-químicas, teor de princípios ativos e validação de métodos para controle de qualidade em amostras de agrotóxicos, saneantes e cosméticos.

A escolha destes laboratórios para o desenvolvimento deste trabalho fundamentou-se no fato de possuírem as características mais próximas dos laboratórios presentes em instituições de ensino, centros de pesquisa estatais, privados e de indústrias, atuando como controle de qualidade dos produtos. Desta forma, os procedimentos metodológicos aqui empregados, para a implantação e continuidade do sistema de gerenciamento de resíduos, podem ser adequados para outros laboratórios, independentemente do seu segmento.

Alinhando-se a um dos objetivos do trabalho, que é detectar falhas na utilização de insumos para o desenvolvimento das análises, e assim poder determinar os níveis de desperdícios para a redução da geração de resíduos, estes são os laboratórios que possuem o sistema implementado com maior familiaridade entre os seus funcionários. Dentro desta realidade, os dados coletados são mais confiáveis se comparados aos outros laboratórios da organização. Outro motivo desta escolha, para se estabelecerem os comparativos entre os dados levantados, é que nestes laboratórios os insumos são de uso comum, portanto as análises destes dados são mais plausíveis para se elaborarem proposições sobre a realidade encontrada durante o período da pesquisa.

3.7.3 Levantamentos das categorias de resíduos ativos nos laboratórios

Esta é a primeira etapa que foi desenvolvida para tomarmos ciência da situação em que se encontravam os laboratórios da DQM. Jardim (1998) considera que para a implementação do programa é necessário tomar conhecimento de dois tipos de resíduos: os *ativos*, gerados continuamente pelas atividades rotineiras, e os *passivos*, que são todos os resíduos estocados. Nesta fase, somente foi desenvolvido o trabalho de levantamento dos ativos, tendo em vista a necessidade de conhecer as fontes geradoras e as características dos resíduos gerados para desenvolver um plano de gerenciamento. Os resíduos considerados passivos deste setor estavam estocados em uma área estruturada e não possuíam diferenças significativas com relação aos resíduos ativos encontrados. A metodologia de

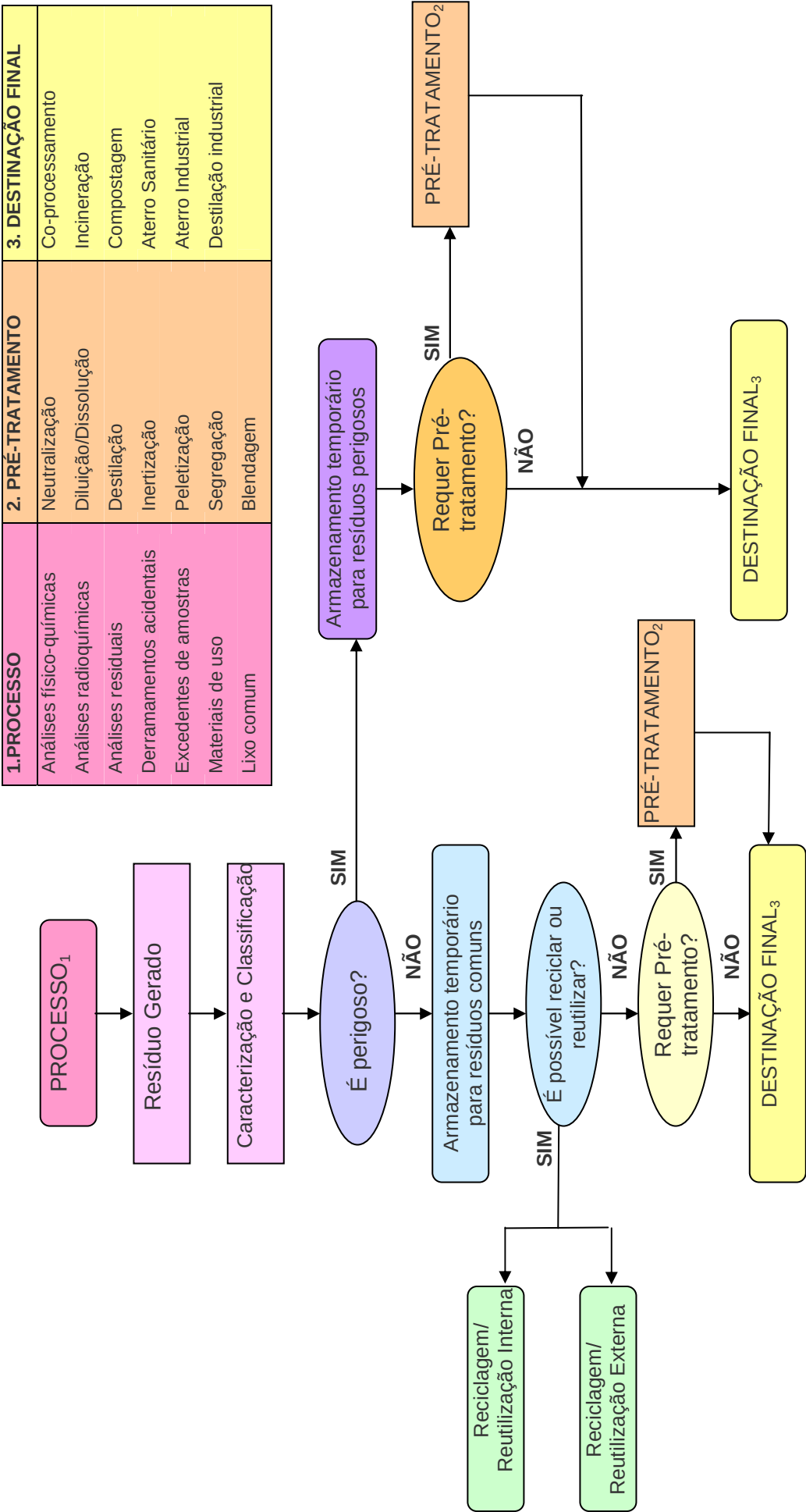
Inventário do Ativo foi desenvolvida por Jardim (1998) nos laboratórios de análises químicas da Universidade de Campinas (UNICAMP). Para o autor, o levantamento do resíduo ativo na Unidade Geradora (ou Fonte Geradora) é imprescindível para o gerenciamento, pois é através dele que “se poderá traçar metas e objetivos a serem atingidos em termos de geração futura de resíduos” (JARDIM, 1998, p.672).

Com o conhecimento das características dos resíduos, adquirido através do trabalho de levantamento dos resíduos ativos, foi elaborado um diagnóstico para as áreas envolvidas. Através deste diagnóstico, foi possível traçar algumas diretrizes e metas para a redução de resíduos na fonte, mediante o gerenciamento de resíduos nestas áreas. As principais metas, segundo Jardim (1998, p.672), foram baseadas nas hierarquias das atividades que compreendem:

1. Prevenção da geração de resíduos (perigosos ou não);
2. Minimizar a proporção de resíduos perigosos que são inevitavelmente gerados;
3. Segregar e concentrar correntes de resíduos de modo a tornar viável e economicamente possível a atividade gerenciadora;
4. Tratar e dispor os resíduos de forma segura.

Com as metas estabelecidas para esta etapa do gerenciamento, e para outras etapas subsequentes, mais os dados coletados com este trabalho, foi possível desenvolver um fluxograma em que todas as etapas fossem baseadas na tomada de decisões referentes à caracterização, classificação, tratamento e destinação final (SEBRAE, 2006).

FLUXOGRAMA DAS ETAPAS DO PLANO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS



Fluxograma 1 – Etapas do plano do gerenciamento de resíduos da Bioagri.
Fonte: Adaptado de SEBRAE (2006, p.11) por Fábio E. Penatti, maio, 2009

Além desta preparação inicial para o desenvolvimento do gerenciamento de resíduos dos laboratórios, conforme o fluxograma 1, foi preciso atentar para a exigência legal relacionada a esta atividade. A NBR/ ISO 14001/04, em seus requisitos para a implementação de sistemas de gestão ambiental, engloba as etapas deste trabalho, no item 4.3 – *Planejamento, o primeiro passo é a organização para identificar os aspectos ambientais de suas atividades* (ABNT, 2004b, p. 8). No caso de uma instituição de pesquisa e análises químicas, que tem laboratórios que geram dados para emissão de relatórios e certificados, os aspectos ambientais que podem causar impactos adversos significativos no meio ambiente são as fontes geradoras de resíduos presentes no interior dos laboratórios. Assim como esta norma, que é considerada a principal para a elaboração do PGRBio, a RDC 306/04 também possui em seu regulamento técnico as etapas para a elaboração de um Plano de Gerenciamento de resíduos de Serviço de Saúde (PGRSS), sendo a primeira etapa a classificação dos resíduos, de acordo com o capítulo VI desta resolução (BRASIL, 2004).

Na Bioagri Laboratórios, para manter o mesmo padrão de qualidade que envolve o controle da emissão de documentos, assim como para coleta de dados, foi elaborada uma planilha específica antes do início deste levantamento. Esta planilha contém colunas com as informações pertinentes sobre as áreas estudadas, tais como as suas atividades, a forma de geração, as características e a classificação dos resíduos de acordo com o Procedimento Operacional Padrão (POP) aplicável. O modelo desta planilha é apresentado na quadro 7, a seguir:

Identificação e Mapeamento de Resíduos e suas Fontes Geradoras IMRFG						
<i>Tipo de Resíduo</i>	<i>Classificação</i>	<i>Fonte Geradora</i>	<i>Forma de Geração</i>	<i>Codificação</i>	<i>Tratamento Atual</i>	<i>Registro</i>

Quadro 7 – Identificação e mapeamentos de resíduos e suas fontes geradoras.
Fonte: Bioagri Laboratórios (2006, anexo A).

O inventário do ativo foi realizado após visitação de todos os laboratórios envolvidos. Nos laboratórios foram entrevistados os responsáveis, com o objetivo de coletar informações sobre as características dos resíduos gerados e quais eram as

suas principais fontes geradoras. Após o levantamento de todos os tipos e fontes de resíduos gerados, essas mesmas fontes foram codificadas e inseridas em um mapa de resíduos, com a função de localizar as fontes no interior dos laboratórios. Para auxiliar o levantamento dos resíduos e de suas fontes, foi desenvolvida uma planilha específica para registro das informações coletadas. Após a tabulação de todos os dados, os resíduos foram classificados segundo as características definidas pela NBR 10004/04.

3.7.4 Definição das fontes geradoras

Como vimos, o principal aspecto ambiental dos laboratórios de análises químicas é a geração de resíduos e, por isso mesmo, se estes não forem devidamente gerenciados, poderão ocasionar impactos ambientais negativos. Este aspecto ambiental é detectado através das principais formas de geração dos resíduos nos laboratórios. Genericamente, os resíduos dos locais estudados são gerados pelo descarte de soluções de solventes orgânicos com amostras de compostos variáveis, entre elas as de composições também orgânicas, como as de agrotóxicos. Para Moore (1976), solução é uma fase qualquer, sendo ela gasosa, líquida ou sólida, por onde o seu ponto crítico não reage quimicamente, deixando miscíveis as suas proporções. Portanto, a análise química de grande parte das amostras orgânicas somente é possível se as mesmas forem diluídas em solventes orgânicos e, ao final destas análises, inevitavelmente, geram-se resíduos de fase líquida, principalmente.

Ao se tratar de laboratórios de análises químicas, o resíduo mais característico e gerado em maior escala é o de fase líquida. Ao estabelecermos que os locais estudados são caracterizados como geradores complexos de resíduos, por não possuírem uma rotina no uso de insumos e no trabalho, podemos definir que os laboratórios estudados são os que mais diversificam a composição dos resíduos líquidos gerados. O motivo desta complexidade está no uso de composições de reagentes químicos, solventes orgânicos halogenados e não halogenados, ácidos, substâncias-teste e substâncias de referência, compostas de uma grande variedade de moléculas. Neste padrão de composição dos resíduos líquidos, basicamente podemos separar a sua classificação em quatro principais grupos: os *resíduos*

halogenados, que contêm em sua composição átomos de cloro, flúor bromo e iodo, principalmente; os *resíduos não halogenados*, formados por todos os componentes, menos cloro, flúor, bromo e iodo; ácidos; e bases (CHRISPINO, 1994).

Com relação às fontes geradoras, o gerenciamento de resíduos da empresa diagnosticou, primeiramente, todos os locais e formas de geração direta de resíduos, coletando estes dados com o auxílio do formulário do quadro 7 (p.122). Este trabalho foi essencial para o desenvolvimento de um planejamento, tendo em vista gerenciar e controlar as fontes geradoras, com o objetivo de segregar e reduzir a geração de resíduos. De acordo com a resolução CONAMA 358/05, é obrigatório aos estabelecimentos segregar os resíduos na fonte, com o objetivo de redução do seu volume (BRASIL, 2005). Por influência desta obrigatoriedade, além de manter um gerenciamento de todas as fontes geradoras, os desperdícios da utilização ineficiente de insumos para a realização de análises também são reduzidos e controlados, influenciando, assim, na própria redução da geração de resíduos. Após este levantamento foi elaborada uma listagem geral, com as características de todas as fontes geradoras estudadas, de acordo com apêndice A.

Especificamente, cada laboratório atua segundo um escopo de análises, englobadas de acordo com sua capacidade e estruturação por área de atuação. Dentro deste escopo de análises é que podemos detectar aquelas que dão origem às principais fontes geradoras de resíduos, ao utilizarem solventes orgânicos em seu processo. Além da necessidade da mistura dos solventes orgânicos com as substâncias-teste (amostras), que formam uma solução, estas soluções são aplicadas em testes envolvendo reações químicas, titulações, destilações, quantificações e qualificações de compostos em equipamentos específicos, homogeneizações, miscibilidades, estabilidades, entre muitas outras (HARVEY, 2000). Para melhores resultados, provenientes do gerenciamento dos resíduos, alguns laboratórios optaram por mapear as fontes geradoras, para criar condições de controle específico para cada tipo de resíduo gerado (BIOAGRI LABORATÓRIOS, 2006).

3.7.5 Mapeamento dos resíduos

Para iniciar a implementação do Plano de Gerenciamento de Resíduos, após o levantamento das fontes geradoras, foram elaborados mapas identificando todas as fontes geradoras de resíduos no interior dos laboratórios e os seus compostos de geração. Para desenvolver este mapeamento, foi necessária a visitação de todos os laboratórios. Com o auxílio do *layout* (planta baixa) e com a lista das fontes geradoras separadas por laboratórios, foram pontuadas todas as fontes para melhor identificação dos locais onde os riscos químicos são mais evidentes.

A metodologia para o mapeamento das fontes geradoras foi decorrente das exigências da portaria 3.214/78, que aprova as Normas Regulamentadoras (NR) do Ministério do Trabalho e Emprego (BRASIL, 1978). A NR nº 05 exige que todo estabelecimento possua uma Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CIPA), com a responsabilidade de identificar os riscos do processo de trabalho e elaborar mapas de risco (BRASIL, 1977a). Dentre estes riscos avaliados, o risco químico é o mais presente nestes ambientes laboratoriais, daí a necessidade de mapear especificadamente os pontos mais críticos desta categoria de risco, de acordo com a metodologia de identificação de risco da NR nº 09, item 9.3.3 (BRASIL, 1977b).

O mapa de resíduos, além de identificar os principais pontos nos laboratórios onde estão presentes os riscos químicos para a segurança ocupacional do trabalhador, referentes à geração de resíduos, também exhibe os locais relacionados aos aspectos ambientais significativos de cada setor estudado.

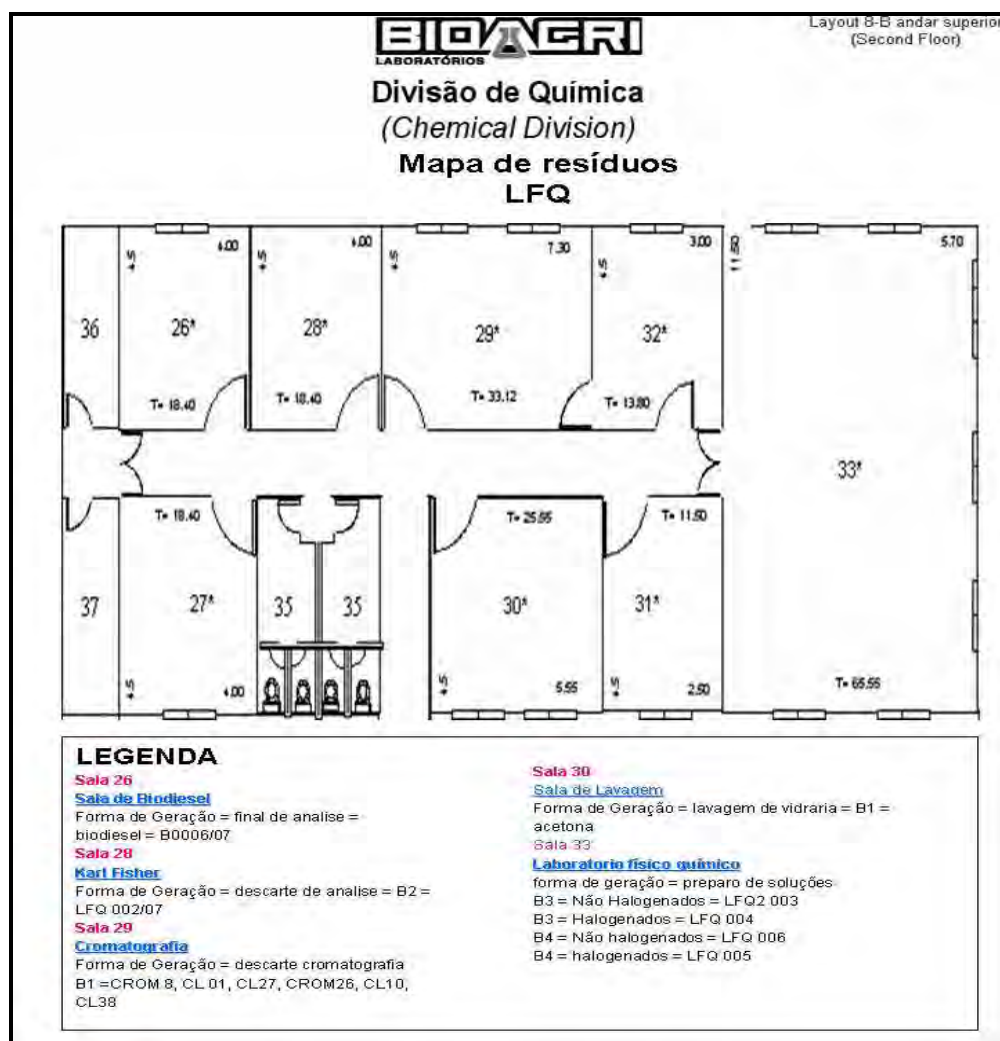


Figura 7 – Mapa de resíduos do laboratório de físico-química da Bioagri Laboratórios.
Fonte: Bioagri Laboratórios (2006, anexo B).

3.7.6 Elaboração dos procedimentos operacionais padrão específicos para o controle ambiental dos resíduos

Conforme já relatado, a Bioagri Laboratórios possui um sistema de qualidade de acordo com duas principais normas nacionais específicas para laboratórios de ensaios e calibração, a NBR ISO/IEC 17.025/05 e a NIT-DICLA 035/07. Ambas as normas exigem que todas as atividades desenvolvidas pela organização, desde as administrativas até as operacionais, sejam descritas através de procedimentos operacionais (ABNT, 2005; INMETRO, 2007).

O sistema de controle ambiental de resíduos, desenvolvido através da elaboração do plano de gerenciamento, possui todos os procedimentos e técnicas para manejo dos resíduos, desde a sua geração, passando pela segregação,

acondicionamentos iniciais, transportes, armazenamentos temporários, tratamentos e destinação final. Com o intuito de manter estas atividades inseridas no Sistema de Qualidade Bioagri (SQB), os procedimentos foram descritos separadamente e incluídos na coletânea de Procedimentos Operacionais Padrão de Segurança (POPs-S). Os principais POPs-S que envolvem o manejo de resíduos, assim como a sua segurança ocupacional, são:

- **POP-S 0001:** Utilização de equipamentos de proteção individual;
- **POP-S 0008:** Descarte de resíduos de laboratório;
- **POP-S 0015:** Normas gerais de higiene, saúde e segurança dos laboratórios;
- **POP-S 0016:** Descarte de carcaças de animais e materiais biológicos;
- **POP-S 0045:** Uso e manutenção da área de armazenamento temporário de resíduos;
- **POP-S 0046:** Coleta e transporte de produtos químicos e resíduos de laboratório (BIOAGRI LABORATÓRIOS, 2006).

De acordo com a caracterização espacial da área estudada e dos diagnósticos estabelecidos para a iniciação da implementação do sistema de gerenciamento, concluímos esta primeira etapa com a efetivação dos procedimentos de padrão operacional específicos, realizada por este mesmo autor, para a condução e aplicação dos processos do sistema pelos funcionários. Desta forma, através do planejamento contido no PGRBio, nas metas e objetivos da implementação do sistema, foi possível iniciar o desenvolvimento da segunda etapa com segurança, devido ao trabalho inicial de capacitação e conscientização efetuado pelos treinamentos e palestras aos funcionários.

4.0 O SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS NOS LABORATÓRIOS

Os procedimentos metodológicos aplicados no gerenciamento dos resíduos químicos consistem em caracterizar, segregar, armazenar e destinar de forma correta e legal os resíduos gerados. De acordo com Jardim (1998), esta forma de gerenciamento é figura de mérito para qualquer plano de gerenciamento e também propõe uma hierarquia de medidas visando uma otimização da “Unidade Geradora”, com o intuito de proporcionar a minimização dos resíduos e a redução dos custos das análises, meta comum a ser cumprida por qualquer tipo de Sistema de Gestão Ambiental (JARDIM, 1998).

Nesta mesma linha de ação adotada por Jardim (1998) e Cunha (2001), o PGRBio também teve que se adequar ao regulamento técnico para o gerenciamento de resíduos de serviço de saúde, disposto pela RDC 306/04. Assim como a metodologia adotada em laboratórios, este sistema consiste basicamente em:

- Manejo
- Segregação
- Acondicionamento
- Identificação
- Transporte Interno
- Armazenamento Temporário

- Armazenamento Externo
- Coleta e Transporte Externos (BRASIL, 2004, p.2-4)

Para a aplicação do PGRBio, estruturado de acordo com a RDC 306/04, foi necessário implementar somente o sistema de gestão deste regulamento, e depois a aplicação de outras resoluções específicas para resíduos industriais e perigosos, como NR-25 – Resíduos industriais (BRASIL, 1977c). Como veremos nos itens posteriores, a maioria dos resíduos gerados pelos laboratórios não se caracterizam como resíduos de serviços de saúde, mas sim como resíduos perigosos por apresentarem as características de acordo com a NBR 10004/04, que os definem (ABNT, 2004a). Portanto, as formas de transporte, armazenamento externo e destinação final são efetuadas de acordo com a NBR 12235/92, CONAMA 313/2002, entre outras aplicáveis a resíduos industriais.

Através desta estratégia hierárquica de medidas para o gerenciamento de resíduos nos laboratórios de análises químicas, nossa próxima ação, após o levantamento dos resíduos fornecidos através do inventário do ativo, consistiu na caracterização dos resíduos gerados nos laboratórios. Com a identificação da fonte geradora de resíduos, pudemos estabelecer padrões de caracterização das suas propriedades. Para facilitar a caracterização dos resíduos, foi necessário identificá-los, caracterizando apenas os resíduos químicos e depois definindo como eles foram gerados. (UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 1996).

4.1 Caracterização, classificação e identificação dos resíduos

Após a conclusão do pré-levantamento dos aspectos ambientais e das fontes geradoras, foi elaborado um relatório sobre o diagnóstico ambiental da área e os mapas de resíduos, sendo também desenvolvida uma pesquisa sobre a inclusão das categorias dos resíduos em grupos específicos, para uma melhor segregação no momento de sua geração. Estes grupos foram definidos através das características genéricas das composições físico-químicas de cada grupo de resíduo.

A caracterização consiste em identificar as principais características de composição dos resíduos. Dentre as características estudadas, os resíduos podem

ser divididos através dos seus aspectos físicos, químicos e biológicos. Estas características também podem envolver a função de outros aspectos referentes à origem dos resíduos, como econômicos, culturais, geográficos e climáticos (MONTEIRO, 2001). No caso da caracterização dos resíduos gerados nos laboratórios, o aspecto que determina as suas características é o econômico, por se tratar de uma organização de comercialização de análises laboratoriais. De acordo com o quadro abaixo, podemos observar quais são as principais categorias de avaliação para os aspectos físicos, químicos e biológicos dos resíduos.

ASPECTOS			
CATEGORIAS	FÍSICOS	QUÍMICOS	BIOLÓGICOS
	• Composição gravimétrica; • Peso específico aparente; • Teor de umidade; • Compressividade.	• Poder calorífico; • Potencial hidrogeniônico (ph) • Composição química; • Relação carbono hidrogênio.	• População microbiana; • Agentes patogênicos; • Composição química.

Quadro 8 – Relação de categorias para avaliação das características dos resíduos.
Fonte: Adaptado de Monteiro (2001, p. 33-35).

Para uma caracterização precisa dos componentes estruturais dos resíduos, é necessária uma análise específica da sua massa bruta através de ensaios laboratoriais, para definir a sua classificação de acordo com a NBR 10004/04. De acordo com esta norma, a identificação dos compostos a serem avaliados para a caracterização deve ser feita de forma criteriosa e estabelecida de acordo com as matérias-primas, os insumos e o processo que lhes deu origem (ABNT, 2004a). Nos laboratórios estudados, existe uma grande dificuldade em definir com exatidão estas características, devido à grande variedade de produtos (insumos) e matérias-primas (substâncias-teste) utilizadas nas análises.

A classificação dos resíduos também deve envolver o processo ou a atividade que lhes deu origem, seus constituintes e suas características. A norma que estipula as classificações e que lista as características mais encontradas nos resíduos sólidos é a NBR 10004/04. Segundo esta norma, existem três classificações para os resíduos sólidos:

Resíduos classe I – Perigosos: aqueles que apresentam periculosidade, ou seja, possuem em suas características de composição riscos à saúde pública ou ao meio ambiente, como inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade, principalmente;

Resíduos classe II-A – Não inertes: aqueles que podem apresentar propriedades de solubilidade em água, como biodegradabilidade e combustibilidade, e com possibilidade de acarretar riscos à saúde pública e ao meio ambiente;

Resíduos classe II-B – Inertes: Resíduos que submetidos ao contato estático e dinâmico com água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água (ABNT, 2004a, p.5).

A última etapa deste trabalho, após conhecidas as características dos resíduos e classificados os seus componentes, foi a identificação dos mesmos para facilitar sua segregação no momento em que são gerados. A identificação deve ser submetida a uma categoria de classes que geralmente é formulada de acordo com normas, como por exemplo, a NBR 10004/04, que identifica a classificação dos resíduos através da divisão das suas características em três classes, ou também em grupos, conforme estipulado pela RDC 306/04, na qual é baseado o PGRBio (ABNT, 2004a; BRASIL, 2004). A identificação consiste em estabelecer padrões de reconhecimento dos resíduos, de acordo com suas características, e fazer a demarcação externa nos recipientes coletores e nos locais de armazenamento. Para uma melhor visualização da identificação dos locais de armazenamento dos resíduos, é imprescindível a colocação dos símbolos relacionados às categorias armazenadas. Estes símbolos são afixados nos locais de armazenamento temporário interno e externo da Bioagri, de acordo com a NBR 7.500/05 (ABNT, 2005).

4.1.1 Definição das categorias dos resíduos

Os resíduos provenientes dos laboratórios podem ser divididos por categorias, segundo suas características físico-químicas, periculosidade e compatibilidade. A fonte geradora de resíduo estabelece padrões que podem identificá-los devido às características de suas propriedades e, principalmente, por sua complexidade. De

acordo com as atividades desenvolvidas nos laboratórios estudados, os resíduos gerados podem ser incluídos nas principais categorias, por envolver os compostos e as atividades relacionadas à geração de resíduos químicos, biológicos, radioativos, de serviço de saúde e comuns. (UFSCAR, 2005).

As categorias dos resíduos dos laboratórios são definidas como:

- **Resíduos Biológicos:** provenientes de análises biológicas e que não apresentam nenhum tipo de contaminação química. Estes resíduos são compostos, basicamente, por cadeias carbônicas.
- **Resíduos Radioativos:** compostos por radionuclídeos, ou materiais em geral, que foram expostos à radiação de fontes seladas ou não seladas. São provenientes de laboratórios que desenvolvem testes com moléculas radiomarcadas ou equipamentos de radiação.
- **Resíduos de Serviço de Saúde:** provenientes de laboratórios que exercem serviços de análises voltadas ao serviço de saúde humana ou animal. Os resíduos podem ser caracterizados em sua maior parte como biológicos contaminados com patógenos ou não, mas também químicos e radioativos.
- **Resíduos Comuns:** gerados comumente nas atividades laboratoriais, assim como atividades administrativas de registro de dados. Podem ser divididos em dois tipos: os recicláveis, passíveis de reprocessamentos para a sua reutilização ou transformação em insumos, e os não recicláveis, que não são potencialmente recicláveis por falta de tecnologia específica, ou os orgânicos provenientes de restos de alimentos ou jardinagem.
- **Resíduos Químicos:** que contêm substâncias químicas que podem apresentar riscos à saúde pública ou ao meio ambiente, de acordo com as suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade, ou que também podem

se tornar perigosos por interação com outros materiais (BRASIL, 2004; BRASIL, 2005; UFSCAR, 2005).

Estas definições indicam as características gerais de todos os resíduos gerados pelas atividades desenvolvidas nos laboratórios estudados. A partir destas categorias foram implantadas as etapas posteriores, relacionadas ao gerenciamento dos resíduos.

4.1.2 Caracterização da periculosidade dos resíduos químicos

Os resíduos químicos gerados nos laboratórios merecem uma preocupação especial devido as suas características físico-químicas, de periculosidade e de incompatibilidade (UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 1996). Podem-se estabelecer as características de periculosidade dos resíduos levando em consideração o produto original e as informações contidas em suas fichas de segurança ou nos rótulos dos frascos contenedores. Devemos levar em conta que depois do manuseio destes produtos as suas propriedades originais são alteradas.

A divisão das características de periculosidade dos resíduos pode ser concebida segundo sua:

- **Inflamabilidade:** resíduos que entram facilmente em combustão por conter propriedades inflamáveis como: ponto de ebulição (temperatura em que o material passa do estado líquido para vapor) e ponto de fulgor (temperatura em que o material se inflama). Estas características independem do estado físico que compõe o resíduo.

- **Toxicidade:** são presentes na maior parte dos resíduos químicos que estão envolvidos no final da manipulação de produtos químicos. Causam efeitos danosos e carcinogênicos ao organismo e contaminação ao meio ambiente.

– **Corrosividade:** gerados em grande parte por ácidos e bases que possuem propriedades corrosivas devido ao seu potencial de liberar H^+ ou OH^- (Ph). Geralmente são muito reativos com metais, portanto são armazenados em recipientes de plástico ou de vidro.

– **Reatividade:** provenientes de produtos muito sensíveis à água, que reagem causando evolução de calor e gases inflamáveis ou explosivos. Quando apresentam propriedades incompatíveis, reagem com outros resíduos, gerando gases tóxicos (UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 1996; BIOAGRI LABORATÓRIOS, 2006; ABNT, 2004a)

4.1.3 Definição dos resíduos líquidos de acordo com as atividades dos laboratórios

Esta definição prevê outra forma de geração de resíduo. Para se efetuarem as análises químicas, além da utilização de produto *in natura* são preparadas soluções previstas nas metodologias de estudo que, no final de suas análises, conseqüentemente, geram outros tipos de resíduos ou subprodutos. Para a classificação destes resíduos, é necessário identificar as características de sua solução ou produto original, sendo geralmente soluções halogenadas, não halogenadas, ácidas, básicas e neutras. De acordo com o PGRBio, a classificação para os resíduos líquidos gerados como subprodutos de final das análises nos laboratórios são:

Soluções Halogenadas: são compostos da família 7A da tabela periódica (ex: flúor, cloro, bromo, iodo);

Soluções Não Halogenadas: são todos os compostos que não pertencem à família 7A;

Indicadores e solução padrão: produtos neutros;

Soluções Ácidas: são soluções com pH inferior a 6,0 (ex: ácido sulfúrico, ácido clorídrico, soluções sulfonítricas, etc.);

Soluções Básicas: são soluções com pH superior a 8,0 (ex: NaOH, BaOH, KOH, etc.);

Soluções contendo plasma sanguíneo: soluções aquosas originadas pela quantificação de ativos de amostras de fármaco em sangue. (BIOAGRI, 2006, p.10).

De acordo com estas classificações, no quadro 9 foram definidas as características, as formas de geração e os respectivos setores dos resíduos químicos líquidos gerados pelos laboratórios estudados.

Características Principais	Forma de Geração	Origem
Suprodutos de soluções orgânicas de solventes	Final de análises químicas em fase líquida	LFQ; LAR; LEM; LRD; LFAR
Subprodutos de soluções ácidas	Sobrenadante resultado na neutralização de ácidos	LFQ; LFAR; LAR
	Lodo decantado produto da neutralização de ácidos	LFQ; LFAR; LAR
Subprodutos de soluções básicas ou alcalinas	Sobrenadante resultado na neutralização de bases	LFQ; LFAR; LAR
	Lodo decantado produto da neutralização de bases	LFQ; LFAR; LAR
Subprodutos de soluções aquosas de sais	Soluções padrões vencidas	LFQ; LFAR; LRD
	Final de análises químicas em fase líquida	LFQ; LFAR; LRD
Soluções aquosas de contaminação biológica	Final de análises de estudos de bioequivalência	LFAR

Quadro 9 – Relação das características de resíduos líquidos gerados nos laboratórios. Org.: Fabio E. Penatti, abril, 2009.

4.1.4 Geração dos resíduos sólidos

São poucas as formas de geração de resíduos sólidos nos laboratórios, sendo que o motivo deste volume de geração está ligado às metodologias desenvolvidas pelos estudos. A maioria destas metodologias, compiladas em *Procedimentos Operacionais Padrão de Metodologia* (POPs-M), estão voltadas a técnicas para análise dos ativos das substâncias-teste em solução com algum soluto, como água, solventes orgânicos, ácidos ou demais soluções salinas. Portanto, após a finalização do estudo, as características dos resíduos são líquidas, e assim classificadas de acordo com as categorias definidas no item 4.1.3.

Mesmo no contexto desta realidade, existem algumas ocorrências de geração de resíduos sólidos, devido à grande variedade de reagentes químicos que são empregados nos ensaios dos estudos. Além dos reagentes, outra fonte de geração ligada aos estudos são sobras ou restantes de amostras que foram retiradas dos frascos originais, mas não foram utilizadas. De acordo com o quadro 10, podemos definir as categorias de resíduos sólidos gerados e a sua provável forma de geração.

Resíduo Sólido	Forma de Geração	Origem
Reagentes	Não utilizados com a validade vencida	Todos laboratórios
Precipitados em geral	Mistura decantada de final de análises	Todos laboratórios
Amostras de agrotóxicos sólidas	Sobra ou resto de amostras não utilizadas nas análises	LFQ, LEM e LRD
Amostras de fármacos	Sobra ou resto de amostras não utilizadas nas análises; finalização de análises	LFAR
Amostras de alimentos como frutas, grãos e hortaliças	Final de processos de extração; não utilizadas nas análises	LAR
Materiais recicláveis e não-recicláveis	Rotina de separação pelo programa de coleta seletiva nos laboratórios e salas administrativas	Toda a DQM
Sólidos contaminados quimicamente	Mistura de produtos de final de processo; derrames acidentais envolvendo o uso de materiais de contensão, como papéis ou granulados absorventes.	Todos laboratórios

Quadro 10 – Definição dos resíduos sólidos e suas formas de geração.

Fonte: Bioagri Laboratórios (2006, p. 14-17).

De acordo com o quadro, podemos verificar que existem resíduos sólidos que são semelhantes entre os laboratórios. No caso dos reagentes, devido à grande variedade dos compostos utilizados, esta definição genérica justifica o enquadramento dos laboratórios da área química como atividades de geração complexa de resíduos. Portanto, sendo originados por todos os laboratórios, os compostos gerados são de grande complexidade, principalmente quando estão dissolvidos em fases líquidas. Outro ponto importante que devemos realçar é que existem amostras sólidas características para cada campo de atuação. Desse modo, as fórmulas moleculares destas amostras também mudam com frequência, devido à renovação frequente dos produtos no mercado, que necessitam ser analisados. Unindo a variedade dos reagentes com as mudanças frequentes na composição das

amostras analisadas, podemos considerar que resíduos de laboratórios são de características complexas, e somente podem ser classificados através do conhecimento dos compostos de maior concentração em uma solução, ou até mesmo em uma mistura de reagentes descartada como subproduto em fases sólidas ou semi-sólidas.

4.1.5 Método de caracterização dos resíduos

A caracterização dos resíduos provenientes de laboratório consiste em identificá-los de acordo com a sua fonte geradora e através do conhecimento de suas propriedades físico-químicas. As técnicas empregadas para se conhecerem algumas destas propriedades, como foi exemplificado no item anterior, são resultantes do emprego de alguns procedimentos metodológicos para a aplicação de análises preliminares (JARDIM, 1998).

As técnicas utilizadas são resultantes da separação de uma alíquota de amostras que seja representativa dos resíduos (em torno de 1g) que estão expressos no quadro 11.

Teste a ser realizado	Procedimento a ser seguido
Reatividade com água	Adicionar uma gota de água e observar se há formação de chama, geração de gás, ou qualquer outra reação violenta
Presença de cianetos	Adicionar 1 gota de cloroamina-T e uma gota de ácido barbitúrico/piridina em 3 gotas de resíduos. A cor vermelha indica teste positivo
Presença de sulfetos*	A amostra deve ser acidulada em HCl, e ser derramado em um papel embebido com acetato de chumbo. Ele ficando enegrecido comprova a presença de sulfetos
Ph	Uso de papel indicador com Ph neutro
Resíduo Oxidante	A oxidação de um sal de Mn II (manganês), de cor rosa claro, para uma indicação escura mostra a presença de oxidação
Resíduo Redutor	Observa-se a possível descoloração de um papel umedecido em 2,6 dicloro-indofenol ou azul de metileno
Inflamabilidade**	Enfiar um palito de cerâmica em um becker com resíduo, e deixar escorrer o excesso, e coloque na chama.
Presença de halogênios*	Colocar um fio de cobre limpo e previamente aquecido ao rubro nos resíduos. Levar a chama e observar a coloração: se ficar verde indica a presença de halogênios

Solubilidade em água***	Após o teste de reatividade, o grau de solubilidade pode ser facilmente detectado.
-------------------------	--

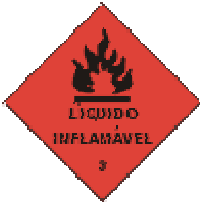
Quadro 11 - Procedimentos para identificação de resíduos. Fonte: Jardim (1988, p.672).

*: Pode ser detectado através de análises por cromatografia de troca iônica.

**: O ponto de inflamabilidade pode ser melhor comprovado através de teste físico-químico do Ponto de Fulgor.

***: O índice de solubilidade pode ser comprovado e calculado através de análises por cromatografia líquida de alta performance.

Quando, para a caracterização do resíduo é necessário ter conhecimento dos compostos da solução ou reagente que o gerou, estas informações podem estar contidas nos rótulos originais dos produtos, ou com maior detalhamento nas fichas compreendidas como *Material Safety Data Sheet* (MSDS), ou nas Fichas de Informações de Segurança de Produtos Químicos (FISPQs). No Brasil, de acordo com o Decreto 2.657, de 03 de julho de 1998, estas fichas devem ser elaboradas contendo informações sobre os perigos proporcionados pelos produtos no ambiente de trabalho (BRASIL, 1998). Para padronizar estas informações, a ABNT lançou a norma NBR 14725/01, visando orientar os fornecedores de produtos químicos na elaboração deste conjunto de informações, que se referem à identificação, características, periculosidades e demais orientações (ABNT, 2001). No quadro 12, segue um modelo de formulário utilizado para o registro destas informações:

IDENTIFICAÇÃO	
Help	
Número ONU	Nome do produto
1648	ACETONITRILA
	
Número de risco	Classe / Subclasse
33	3
Sinônimos	
ETANONITRILA ; ETILNITRILA ; CIANOMETANO ; CIANETO DE METILA.	
Aparência	
LÍQUIDO AQUOSO ; SEM COLORAÇÃO ; ODOR SUAVE ; FLUTUA E MISTURA COM ÁGUA ; PRODUZ VAPORES IRRITANTES.	
Fórmula molecular	Família química
C ₂ H ₃ N	NITRILA
Fabricantes	
Para informações atualizadas recomenda-se a consulta às seguintes instituições ou referências:	
ABIQUM - Associação Brasileira da Indústria Química: Fone 0800-118270	
ANDEF - Associação Nacional de Defesa Vegetal: Fone (11) 3081-5033	
Revista Química e Derivados - Guia geral de produtos químicos, Editora QD: Fone (11) 3826-6899	
Programa Agrofit - Ministério da Agricultura	

MEDIDAS DE SEGURANÇA[Help](#)**Medidas preventivas imediatas**

EVITAR CONTATO COM O LÍQUIDO E O VAPOR. MANTER AS PESSOAS AFASTADAS. CHAMAR OS BOMBEIROS. PARAR O VAZAMENTO, SE POSSÍVEL. ISOLAR E REMOVER O MATERIAL DERRAMADO. DESLIGAR AS FONTES DE IGNIÇÃO. FICAR CONTRA O VENTO E USAR NEBLINA D'ÁGUA PARA BAIXAR O VAPOR.

Equipamentos de Proteção Individual (EPI)

USAR LUVA, BOTAS E ROUPAS DE BORRACHA NITRÍLICA OU NEOPRENE E MÁSCARA DE RESPIRAÇÃO AUTÔNOMA.

RISCOS AO FOGO[Help](#)**Ações a serem tomadas quando o produto entra em combustão**

EXTINGUIR COM PÓ QUÍMICO SECO, ESPUMA DE ÁLCOOL OU DIÓXIDO DE CARBONO. ESFRIAR OS RECIPIENTES EXPOSTOS COM ÁGUA. O VAPOR PODE EXPLODIR SE A IGNIÇÃO FOR EM ÁREA FECHADA.

Comportamento do produto no fogo

OS VAPORES SÃO MAIS PESADOS QUE O AR E PODEM SE DESLOCAR A UMA CONSIDERÁVEL DISTÂNCIA. CASO HAJA CONTATO COM UMA FONTE DE IGNIÇÃO QUALQUER PODERÁ OCORRER O RETROCESSO DA CHAMA.

Produtos perigosos da reação de combustão

PRODUZ VAPORES TÓXICOS QUANDO AQUECIDO.

Agentes de extinção que não podem ser usados

ÁGUA PODE SER INEFICAZ NO FOGO.

Limites de inflamabilidade no ar

Limite Superior: 16%

Limite Inferior: 4,4%

Ponto de fulgor

5,6 °C (VASO ABERTO)

Temperatura de ignição

523,94 °C

Taxa de queima

2,7 mm/min

Taxa de evaporação (éter=1)

5,2

NFPA (National Fire Protection Association)

Perigo de Saúde (Azul): 2

Inflamabilidade (Vermelho): 3

Reatividade (Amarelo): 0

PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS E AMBIENTAIS[Help](#)

Peso molecular 41,05	Ponto de ebulição (°C) 81,6	Ponto de fusão (°C) -41
Temperatura crítica (°C) 274,7	Pressão crítica (atm) 47,7	Densidade relativa do vapor 1,4
Densidade relativa do líquido (ou sólido) 0,787 A 20 °C (LÍQ.)	Pressão de vapor 100 mm Hg A 27 °C	Calor latente de vaporização (cal/g) 174
Calor de combustão (cal/g) -7.420	Viscosidade (cP) 0,34	
Solubilidade na água MISCÍVEL	pH DND	

Reatividade química com água NÃO REAGE.
Reatividade química com materiais comuns NÃO REAGE.
Polimerização NÃO OCORRE.
Reatividade química com outros materiais INCOMPATÍVEL COM OXIDANTES FORTES.
Degradabilidade BIODEGRADÁVEL POR CULTURAS ACLIMATADAS (100% DE REMOÇÃO DO NITROGÊNIO EM 4 DIAS EM ÁGUA DE RIO ACLIMATADA POR 19 DIAS)
Potencial de concentração na cadeia alimentar NENHUM NOTADO.
Demanda bioquímica de oxigênio (DBO) 17%, 5 DIAS.
Neutralização e disposição final QUEIMAR EM UM INCINERADOR QUÍMICO EQUIPADO COM PÓS-QUEIMADOR E LAVADOR DE GASES. TOMAR OS DEVIDOS CUIDADOS NA IGNIÇÃO, POIS O PRODUTO É ALTAMENTE INFLAMÁVEL. RECOMENDA-SE O ACOMPANHAMENTO POR UM ESPECIALISTA DO ÓRGÃO AMBIENTAL.

INFORMAÇÕES ECOTOXICOLÓGICAS

[Help](#)

Toxicidade - limites e padrões L.P.O.: 40 ppm P.P.: NÃO ESTABELECIDO IDLH: 500 ppm LT: Brasil - Valor Médio 48h: 30 ppm LT: Brasil - Valor Teto: 45 ppm LT: EUA - TWA: 20 ppm (PELE) LT: EUA - STEL: NÃO ESTABELECIDO
Toxicidade ao homem e animais superiores (vertebrados) M.D.T.: TDLo = 570 mg/kg M.C.T.: DADO NÃO DISPONÍVEL
Toxicidade: Espécie: RATO Via Respiração (CL50): (8 h) = 7.500 ppm Via Oral (DL 50): 1,7 A 8,5 g/kg; 200 mg/kg Via Cutânea (DL 50): 5.000 mg/kg (SUBCUT.)
Toxicidade: Espécie: CAMUNDONGO Via Cutânea (DL 50): LDLo = 700 mg/kg (SUBCUT.)
Toxicidade: Espécie: OUTROS Via Respiração (CL50): LCo (4 h): CÃO = 8.000 ppm Via Oral (DL 50): COBAIA = 0,18 g/kg Via Cutânea (DL 50): COELHO: 1.250 mg/kg; (OBS. 1)
Toxicidade aos organismos aquáticos: PEIXES : Espécie PIMEPHALES PROMELAS: TLm (96 h) = 1.020 mg/L - ÁGUA DURA E 1.000 mg/L - ÁGUA MOLE; LEPOMIS MACROCHIRUS: TLm (96 h) = 1.850 mg/L - ÁGUA MOLE; LEBISTIS RETICULATUS: TLm (96 h) = 1.650 mg/L - ÁGUA MOLE
Toxicidade aos organismos aquáticos: CRUSTÁCEOS : Espécie
Toxicidade aos organismos aquáticos: ALGAS : Espécie L.tox. T.I.M.C. MICROCYSTIS AERUGINOSA = 520 mg/L; L.tox. T.I.M.C. SCENEDESMUS QUADRICAUDA = 7.300 mg/L
Toxicidade a outros organismos: BACTÉRIAS L.tox. T.I.M.C. PSEUDOMONAS PUTIDA = 680 mg/L
Toxicidade a outros organismos: MUTAGENICIDADE

Toxicidade a outros organismos: OUTROS PROTOZOÁRIOS- L.tox. T.I.M.C. ENTOSIPHON SULCATUM = 1.810 mg/L; L.tox. T.I.M.C. URONEMA PARUCZI (CHATTON-LWOFF) = 5.825 mg/L		
Informações sobre intoxicação humana EVITAR CONTATO COM O LÍQUIDO E O VAPOR. MANTER AS PESSOAS AFASTADAS. CHAMAR OS BOMBEIROS. PARAR O VAZAMENTO, SE POSSÍVEL. ISOLAR E REMOVER O MATERIAL DERRAMADO. DESLIGAR AS FONTES DE IGNIÇÃO. FICAR CONTRA O VENTO E USAR NEBLINA D'ÁGUA PARA BAIXAR O VAPOR.		
Tipo de contato VAPOR	Síndrome tóxica IRRITANTE PARA OS OLHOS, NARIZ E GARGANTA. SE INALADO, CAUSARÁ DIFICULDADE RESPIRATÓRIA.	Tratamento MOVER PARA O AR FRESCO. SE A RESPIRAÇÃO FOR DIFICULTADA OU PARAR, DAR OXIGÊNIO OU FAZER RESPIRAÇÃO ARTIFICIAL.
Tipo de contato LÍQUIDO	Síndrome tóxica PREJUDICIAL, SE INGERIDO. IRRITANTE PARA OS OLHOS. IRRITANTE PARA A PELE.	Tratamento MANTER AS PÁLPEBRAS ABERTAS E ENXAGUAR COM MUITA ÁGUA. REMOVER ROUPAS E SAPATOS CONTAMINADOS E ENXAGUAR COM MUITA ÁGUA.
DADOS GERAIS Help		

Temperatura e armazenamento AMBIENTE.			
Ventilação para transporte PRESSÃO A VÁCUO.			
Estabilidade durante o transporte ESTÁVEL.			
Usos SOLVENTE NOS PROCESSOS DE EXTRAÇÃO DE HIDROCARBONETOS ESPECIALMENTE PARA BUTADIENO; INTERMEDIÁRIO; DEPURAÇÃO DE ÁCIDOS GRAXOS DE ÓLEOS VEGETAIS; FABRICAÇÃO DE PRODUTOS FARMACÊUTICOS SINTÉTICOS.			
Grau de pureza DADO NÃO DISPONÍVEL.			
Radioatividade NÃO TEM.			
Método de coleta DADO NÃO DISPONÍVEL.			
Código NAS (National Academy of Sciences)			
FOGO Fogo: 3	SAÚDE Vapor Irritante: 1 Líquido/Sólido Irritante: 1 Venenos: 3	POLUIÇÃO DAS ÁGUAS Toxicidade humana: 1 Toxicidade aquática: 2 Efeito estético: 1	REATIVIDADE Outros Produtos Químicos: 1 Água: 2 Auto reação: 0

Quadro 12 – Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico. Fonte: CETESB (200_d).

4.2 Segregação em grupos e identificação

Como referenciado anteriormente, as principais misturas dos laboratórios que geram inúmeros compostos, e entre estes os resíduos químicos, são definidas através da segregação em grupos baseados em classificações simbolizadas pelas letras do alfabeto romano. Tomando como base a classificação do Regulamento

Técnico para PGRSS, da RDC 306/04, os laboratórios foram adaptados para seguir esta norma de classificação. Desta forma, os grupos que identificam as características gerais dos resíduos são classificados em:

- **Grupo A:** resíduos biológicos ou contaminados por agentes;
- **Grupo B:** resíduos químicos ou contaminados por agentes;
- **Grupo C:** resíduos radioativos;
- **Grupo D:** resíduos comuns;
- **Grupo E:** resíduos perfurocortantes; (BIOAGRI, 2006, p.12).

Tendo em vista que estas classificações compreendem uma ampla quantidade de compostos de resíduos, dentro do seu grupo de classificação, foi necessário estabelecer subclassificações entre as classes, também relacionando estas definições com as fontes geradoras. Com o objetivo de facilitar a identificação dos resíduos, estas subclassificações são definidas para a posterior segregação no momento do descarte. De acordo com o PGRBio, todos os resíduos gerados na DQM recebem sua subclassificação, dividindo os grupos gerais de classificação em subgrupos relacionados às características principais dos compostos, sendo segregados e descartados em recipientes específicos para cada subgrupo. Este procedimento de divisão em subgrupos, além de facilitar a identificação, garante uma melhor segurança ocupacional dos trabalhadores envolvidos neste trabalho. Muitos dos resíduos gerados, principalmente os do grupo B (químicos), possuem substâncias incompatíveis, que ao serem misturadas podem causar reações desconhecidas, podendo ser inflamáveis, explosivas, emanar gases tóxicos, entre outras (CETESB, 2009).

No caso dos resíduos químicos dos laboratórios, os subgrupos relacionados às características de maior geração podem ser exemplificados em:

- B1:** soluções não halogenadas;
- B2:** soluções halogenadas;
- B3:** Ácidos;
- B4:** Bases. (BIOAGRI, 2006, p. 12)

O apêndice B contém uma listagem detalhada com todas as classificações dos resíduos presentes na Bioagri, assim como os subgrupos nos quais estão inseridos.

Com as informações adquiridas sobre os resíduos, estes passam a ser identificados e segregados de forma segura, facilitando a certificação das suas características e sua classificação, para a utilização correta dos Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) específicos para a operação do descarte. Segundo técnicas utilizadas em algumas instituições de ensino e pesquisa, para a identificação dos resíduos, estes procedimentos consistem em preencher de forma detalhada uma etiqueta padrão de caracterização do resíduo afixada nos frascos coletores, procedimento este efetuado na Bioagri (UFSCAR, 2005). As etiquetas contêm campo para a identificação da subclassificação do resíduo, a sigla da fonte geradora, a qualificação, responsável e a validade.

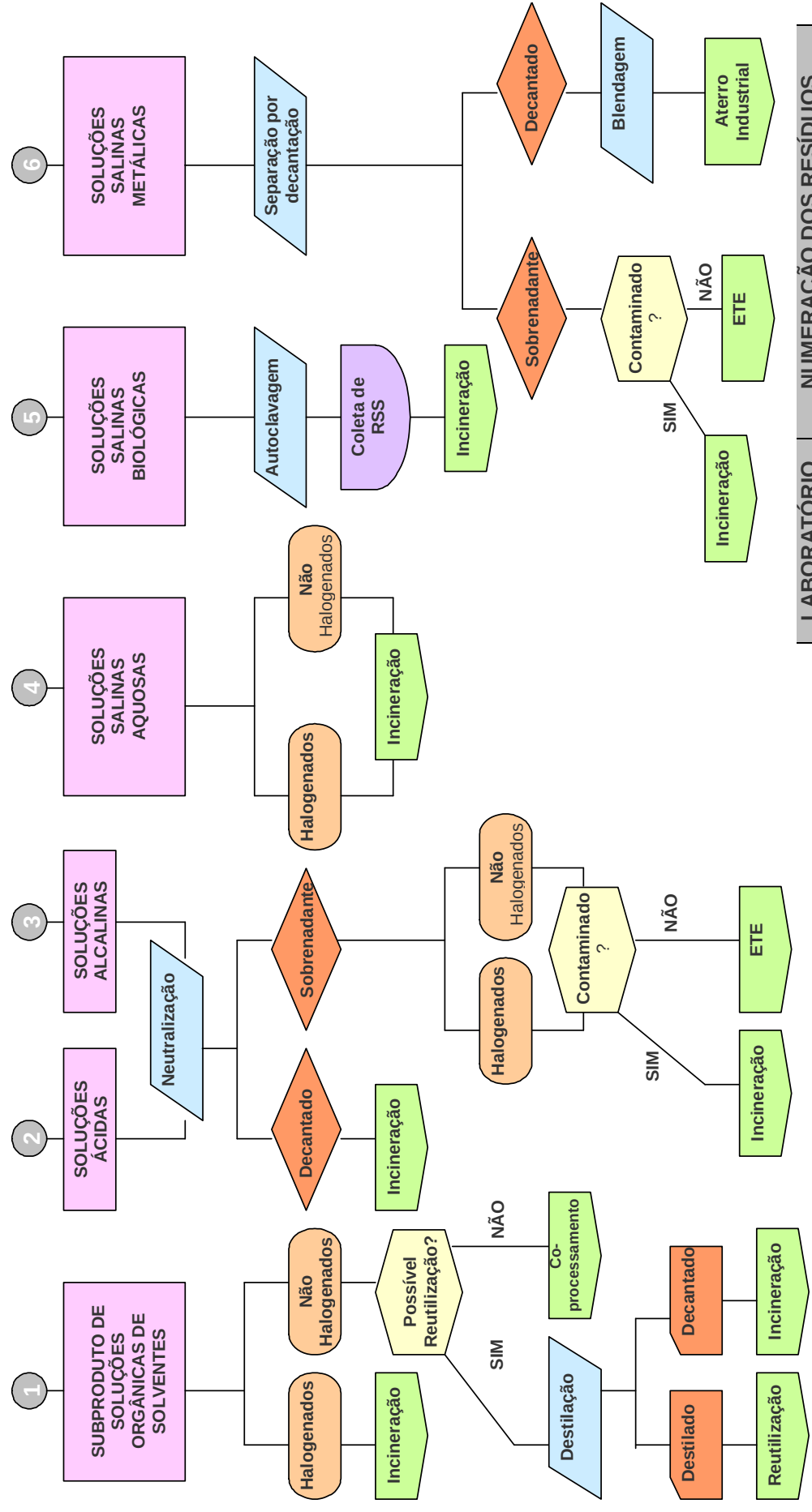
Descarte Usual			
Grupo Descarte: _____ cod.: _____			
	Ácido		Básico
	Inflamável		Aquoso
	Explosivo		Radioativo
	Metais pesados		Material biológico infeccioso
	Oxidante energético		Redutor Energético
	Contém agroquímicos		Outros:
Data: _____ Vencimento 4 meses			
Rubrica: _____			

Figura 8 – Rotulagem de Descarte Usual (Bioagri Laboratórios, 2006).
Fonte: Adaptado UFSCAR (2005) por Fábio E. Penatti, abril, 2006.

Estas três etapas – caracterização, classificação e identificação – fazem parte dos procedimentos relativos à segregação dos resíduos, sendo desenvolvidas para melhorar a organização do descarte dos resíduos nos laboratórios. A aplicação destas etapas foi implementada para ser cultivada rotineiramente nos laboratórios e, se necessário, modificada periodicamente, tendo em vista que ocorrem mudanças contínuas nos compostos residuais gerados, assim como nas legislações aplicáveis, como observamos no histórico das normas nas quais se baseia o PGRBio.

Cada laboratório desenvolve um sistema único de trabalho para a identificação, classificação e segregação dos seus resíduos durante suas rotinas, portanto, dificilmente se consegue padronizar um procedimento comum para esta atividade em todos os setores. A classificação do resíduo produzido sempre estará ligada à função, ou modalidade de análise, ou estudo que o laboratório desenvolve. Com os dados levantados, foi possível construir fluxogramas contendo o percurso de todos os resíduos gerados pelos laboratórios estudados, desde a sua geração até a sua destinação ou disposição final, separados por estado físico.

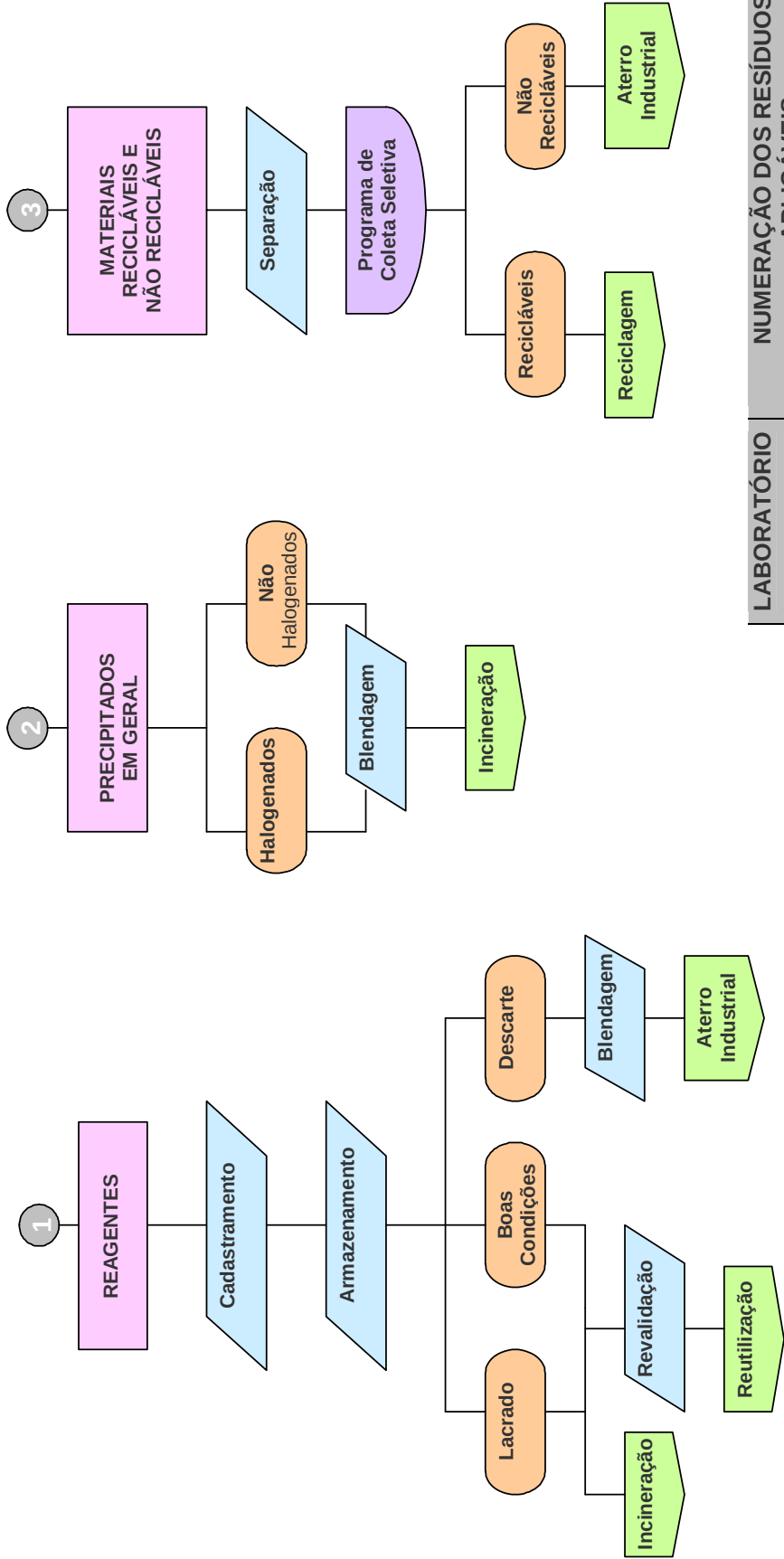
FLUXOGRAMA DOS RESÍDUOS LÍQUIDOS GERADOS NOS LABORATÓRIOS



LABORATÓRIO	NUMERAÇÃO DOS RESÍDUOS APLICÁVEIS					
	1	2	3	4	5	6
LFQ	1	2	3	4	6	
LRD		1	4			
LAR	1	2	3			
LFAR	1	2	3	4	5	
LEM	1	4				

Fluxograma 2 – Percorso dos resíduos líquidos nos laboratórios.
Org.: Fábio E. Penatti, abril, 2009.

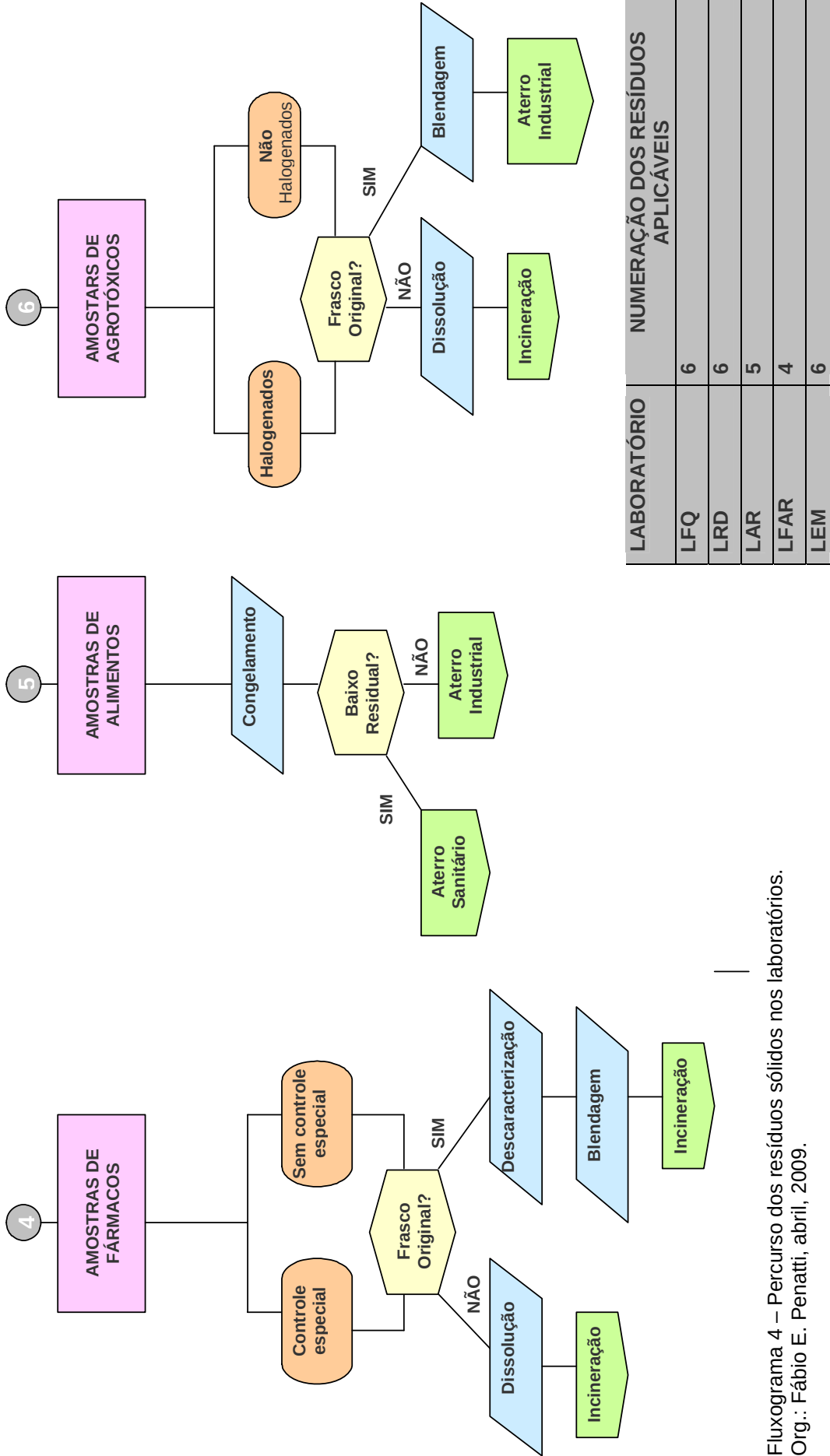
FLUXOGRAMA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS NOS LABORATÓRIOS



LABORATÓRIO	NUMERAÇÃO DOS RESÍDUOS APLICÁVEIS		
LFQ	1	2	3
LRD	1	2	3
LAR	1	2	3
LFAR	1	2	3
LEM	1	2	3

Fluxograma 3 – Percurso dos resíduos sólidos nos laboratórios.
Org.: Fábio E. Penatti, abril, 2009.

FLUXOGRAMA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS NOS LABORATÓRIOS



Fluxograma 4 – Percurso dos resíduos sólidos nos laboratórios.
Org.: Fábio E. Penatti, abril, 2009.

4.3 Armazenamento Temporário

O armazenamento temporário de resíduos gerados nos laboratórios consiste em armazenar os coletores que acondicionam as diferentes classificações de resíduos por um determinado período de tempo, antes da sua disposição ou tratamento final. De acordo com o PGRBio, as áreas internas de armazenamento temporário seguem as diretrizes da RDC 306/04, que determina áreas próximas às fontes de geração, visando agilizar a coleta interna (BIOAGRI LABORATÓRIOS, 2006). O armazenamento externo abrange áreas maiores que também acondicionam recipientes coletores temporariamente até a sua destinação efetuada por coleta e transporte externos (BRASIL, 2004).

É comum encontrar em laboratórios de análises e pesquisas estas duas formas de armazenamento para o resíduo químico gerado em suas dependências. Para estes dois locais de armazenamento são separadas áreas específicas de acordo com a categoria de resíduo a ser armazenado, e também o volume de transbordo a ser acondicionado e coletado. Neste caso, as adaptações dos recipientes se diferenciam entre sólidos ou líquidos. Para resíduos sólidos, são dispostas nas áreas caixas de polietileno, com a finalidade de acondicionar sacos plásticos específicos. No caso dos resíduos líquidos, as áreas acondicionam bombonas de 50 litros de polietileno, que possuem a função de recipientes coletores de descarte (UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 1996).

Como explicitado anteriormente, os laboratórios passaram a possuir locais internos que acondicionam recipientes coletores de diferentes classificações de descarte, como os resíduos químicos, sendo áreas demarcadas e restritas que devem seguir normas de segurança, segundo a RDC 306/04. Entre elas, as principais são: que estas áreas acondicionem sacos plásticos resistentes para o armazenamento de resíduos sólidos tóxicos e coletores de 50 litros para a apassivação de líquidos contaminados – os resíduos ficam suspensos por paletes para não ficarem em contato direto com o piso; recebam faixas de demarcação de segurança e sinalização de advertência; estejam próximas a locais ventilados como portas ou janelas, entre outras recomendações.



Figura 9 - Área de armazenamento temporário interno de resíduos nos laboratórios da sala de lavagem do LAR. Fotografia: Fábio E. Penatti, abril, 2009.

As áreas externas de armazenamento temporário de resíduos, sendo áreas maiores, foram estruturadas para centralizar a recepção e armazenamento de diferentes classificações de resíduos. A estrutura destes locais é especificamente destinada ao armazenamento dos resíduos por um período mais longo de tempo, se comparado às áreas internas, até a sua disposição ou tratamento final, de acordo com as normas vigentes e aplicáveis para cada categoria armazenada.

Na empresa, as áreas externas para armazenamento temporário de resíduos são caracterizadas por duas formas de estruturas. A primeira estrutura é destinada a armazenar resíduos por um período mais curto, de forma que os descartes sejam efetuados em salas pequenas, localizadas externamente aos laboratórios, porém próximas destes e das fontes geradoras. A figura 10 mostra um modelo desta estrutura encontrada próxima aos laboratórios.



Figura 10 - Locais externos de armazenamento de resíduos dos laboratórios de microbiologia. Fotografia: Fábio E. Penatti, abril, 2009.

Estes locais, além de serem utilizados para um descarte e uma coleta mais frequente de resíduos químicos, são definidos também como pontos de coleta para a destinação de Resíduos de Serviço de Saúde para a incineração, que é efetuada pelo serviço municipal administrado pela Secretaria de Defesa do Meio Ambiente (PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE PIRACICABA, 2007).

A outra área definida como área externa de armazenamento de resíduos foi estruturada para receber um volume maior de resíduos. Localizada em um prédio afastado dos demais setores, este local tem a função de armazenar, por um período mais prolongado, os resíduos classificados como perigosos. Dentre eles citamos:

Classificação	Caracterização	Acondicionamento
Resíduos Sólidos Perigosos ou tóxicos	Reagentes vencidos, ou sem utilização	Caixas tampadas de polietileno
	Amostras vencidas, ou sem utilização	Caixas tampadas de polietileno; Bombonas de 50L
	Materiais contaminados quimicamente, como absorventes e EPIs.	Sacos plásticos identificados dentro de caixas de polietileno
	Solos contaminados com agrotóxicos	Caixas de fibra tampadas
Resíduos semi-sólidos perigosos	Lodo proveniente de neutralização de ácidos e soluções alcalinas	Bombonas de polietileno de 50L

Resíduos químicos líquidos	Subprodutos de soluções orgânicas contendo água, solventes e amostras	Bombonas de polietileno de 50L
	Soluções aquosas contaminadas com amostras tóxicas, metais pesados e reagentes químicos	Bombonas de polietileno de 50L
	Solventes contaminados do final de processo de lavagem de vidrarias	Frascos de polietileno de 25L
Resíduos de Serviço de Saúde	Amostras de fármacos sem utilização ou com data de validade vencida	Caixas de polietileno tampadas
	Plasma sanguíneo	Freezer

Quadro 13 – Relação de resíduos armazenados temporariamente da área central. Org.: Fábio E. Penatti, abril, 2009.

Devemos lembrar também que para classificação e caracterização de resíduos neste local existe uma forma de acondicionamento, como pode ser observado na terceira coluna do quadro 13.

Os materiais destinados para o armazenamento de resíduos gerados pelos laboratórios da DQM, mas que não são armazenados neste local, podem ser conferidos de acordo com o quadro 14.

Classificação	Caracterização
Resíduos sólidos não-perigosos	Recicláveis e não-recicláveis (lixo comum)

Quadro 14 – Relação e resíduos gerados pelos laboratórios que não são destinados para área central de armazenamento de resíduos. Org.: Fábio E. Penatti, abril, 2009.

Estes resíduos que não são enviados para esta área específica de armazenamento de resíduos químicos são classificados, de acordo com o PGRBio, como “Lixo Comum”, abrangendo tanto aqueles resíduos que não podem ser enviados para processos de reciclagem, como também os recicláveis. Os resíduos dessas duas categorias são separados e armazenados temporariamente, conduzidos pelos procedimentos do Programa de Coleta Seletiva em locais específicos próximos aos setores geradores.



Figura 11 - Área de armazenamento de resíduos recicláveis e não recicláveis. Fotografia: Fábio E. Penatti, jan, 2006.

Os locais que armazenam os resíduos químicos provenientes dos laboratórios foram estruturados de acordo com a NBR 12235/92, e dentre as principais características podemos citar:

- Construção em alvenaria, coberta com telhas de zinco, protegida contra intempéries e com aberturas laterais para garantir ventilação no local;
- As aberturas laterais são revestidas com telas de proteção contra o acesso de animais silvestres;
- Portões trancados com abertura lateral com telas e soleiras de proteção contra a entrada de animais silvestres;
- Paletes de madeira de 100cm x 100cm para não ficar em contato direto com o piso do local;
- As bombonas devem manter um espaço da parede para ventilação;
- Deve haver sistema de drenagens interna e externa e caixa de contenção contra vazamentos, de modo a não entrar em contato com o meio ambiente;
- Deve haver espaços entre os paletes para a locomoção dos RCR's para armazenar os resíduos; (ABNT, 1992).

Podemos também observar estas características de acordo com figuras 12 e 13.



Figura 12 – Área central de armazenamento temporário de resíduos.

Fotografia: Fábio E. Penatti. jan. 2006.



Figura 13 – Área central de armazenamento temporário de resíduos.

Fotografia: Fábio E. Penatti, jan, 2006.

No interior das dependências deste mesmo local, existe o armazenamento de resíduos de serviço de saúde. Para esta forma de armazenamento, foi necessária a estruturação de uma sala especificada para esta classificação, de acordo com a norma RDC 306/04. Dentre as principais características estão:

- Construção em alvenaria e fechado;
- Abertura para ventilação com telas protetoras contra insetos;
- Pisos de azulejo e paredes revestidas com tinta epóxi, impermeáveis e laváveis;
- O chão com sistema de inclinação com caimento para ralo escamoteável;
- Porta com soleiras protegidas contra a entrada de roedores;
- Identificação “Amostras de Fármacos”;
- Na parte externa, possuir uma torneira para limpeza e higienizações periódicas do local; (BRASIL, 2004).

Portanto, dentro da etapa de armazenamento do sistema de gerenciamento de resíduos, consideramos que internamente estes armazenamentos seguem os procedimentos metodológicos expressos pela RDC 306/04, considerados os níveis de detalhamento e a facilidade de adequar os conceitos de gestão para a realidade laboratorial. Externamente, a estruturação das formas de armazenamento é alterada, devido à presença de duas classificações de resíduos diferentes, as quais possuem normas aplicáveis e distintas. Os resíduos classificados como RSS recebem a estruturação da área de acordo com a RDC 306/04, e para os demais

resíduos, classificados como resíduos perigosos, as áreas são estruturadas de acordo com a NBR 12235/92 (BRASIL, 2004; ABNT, 1992).

4.4 Sistema de coleta e transporte dos resíduos

Consideramos que o sistema de transportes está diretamente relacionado à necessidade da coleta de algum tipo de material que necessita ser deslocado de um determinado local. De acordo com Silva e Carreira (2003), este sistema pode ser definido como um conjunto de operações que possui a função de remover os resíduos das fontes geradoras, como domicílio, indústrias, instituições, entre outras, e encaminhá-los aos locais de tratamento de disposição final. Em determinadas operações, como é o caso dos resíduos perigosos, eles são regulamentados por legislações específicas, pois deixam de ser controlados, internamente, nos limites da administração de determinadas organizações, sendo necessário serem encaminhados para outros locais específicos para o seu tratamento e disposição final.

O sistema de coleta de resíduos dos laboratórios é estruturado de acordo com a RDC 306/04, norma de referência do PGRBio, e está dividido nas fases de coleta interna e transporte interno, e de coleta externa e transporte externo. Coleta e transporte interno são as formas que definem as responsabilidades e equipamentos utilizados para a retirada dos frascos ou caixas coletoras, onde foram descartados os resíduos para o seu posterior transporte. De acordo com a RDC 306/04, este sistema consiste em estabelecer o traslado dos pontos de geração até o local de armazenamento temporário externo. Esta mesma resolução define sistema de coleta e transporte externo como a remoção dos resíduos das áreas externas destinadas para o armazenamento temporário até a unidade de tratamento ou disposição final (BRASIL, 2004).

Nos laboratórios da DQM, a coleta e transporte interno dos resíduos são efetuados por funcionários específicos, que receberam treinamento detalhado sobre o sistema de gerenciamento de resíduo da empresa, conhecidos como Responsáveis pela Coleta de Resíduos (RCRs). O transporte interno dentro dos laboratórios é efetuado com auxílio de carrinhos específicos para cada categoria de resíduos. O transporte externo aos laboratórios, porém dentro das dependências da

empresa, é feito por veículos do tipo utilitário, devidamente adaptados de acordo com a NBR 9735/08, NBR 7500/05 e NBR 13221/03, que determinam os equipamentos mínimos necessários para o transporte de cargas perigosas, as sinalizações adequadas para categoria de risco e os requisitos mínimos para o transporte terrestre de resíduos, respectivamente (FONTOURA, 2009; ABNT, 2005; 2003).

O quadro 15 mostra os equipamentos, veículos, e as especificações dos resíduos a serem transportados.

MODELO	EQUIPAMENTOS/VEÍCULOS	ESPECIFICAÇÃO
Carrinho de vidraria		Transporte de vidros recicláveis
Carrinho de lixo comum		Transporte de lixo comum e demais recicláveis, como papel e plástico
Carrinho de resíduos biológico		Transporte de resíduos sólidos biológicos

Carrinho de resíduos químicos		Transporte de bombonas de resíduos líquidos e sacos contendo resíduos sólidos
Veículo modelo utilitário		Transporte dos resíduos externamente aos laboratórios

Quadro 15 – Relação dos sistemas de transportes e as suas especificações.
Org.: Fábio E. Penatti, abril, 2009.

Para o transporte externo, é necessária a contratação de empresas especializadas e específicas para cada categoria de resíduo a ser transportado para o seu destino final. Os resíduos líquidos químicos dos laboratórios são coletados e transportados por empresas terceirizadas, assim como os resíduos sólidos. Os resíduos biológicos são coletados e transportados pelo serviço público e encaminhados para incineração como Resíduos de Serviço de Saúde.

4.5 Tratamento e Disposição Final de Resíduos

Após todo o circuito percorrido pelo resíduo, desde a geração nas suas fontes, até a sua segregação e armazenamento, finaliza-se o processo de gerenciamento, sendo que neste circuito é que estão presentes os riscos direta e indiretamente relacionados aos impactos negativos ao meio ambiente. Portanto, é necessário que o sistema de gerenciamento possua normas detalhadas e rigorosas

para o manuseio seguro dos resíduos para pré-tratamento, tratamento e envio para a sua disposição final.

Para as organizações que possuem SGA, estas etapas são as que necessitam maiores investimentos econômicos, para garantir que os resíduos causem o menor impacto ambiental adverso possível. Devido a este fato, os departamentos responsáveis pelo controle ambiental das organizações desenvolvem projetos com o objetivo de reduzir estes gastos e, conseqüentemente, diminuir a geração de resíduos. Seguindo o conceito de Jardim (1998), foi necessário também otimizar os processos de análises da unidade geradora, a fim de reduzir os gastos com as análises e pesquisas. Entre as ações tomadas para esta otimização, a principal delas foi a implementação de novos procedimentos mais adequados aos principais aspectos ambientais presentes no processo de descarte de resíduos, como a instauração de um sistema de reuso e/ou reciclagem de alguns resíduos líquidos. Com o intuito de minimizar o potencial toxicológico e impactante desses resíduos ao meio ambiente, os tratamentos internos ou pré-tratamentos foram implementados de acordo com o potencial de neutralização ou recuperação de determinados resíduos. A metodologia das técnicas para neutralização está fundamentada em Moore (1976) e também nos Procedimentos Operacionais Padrões (POPs), específicos para a cada realidade dos laboratórios envolvidos (BIOAGRI LABORATÓRIOS, 2006).

Para a correta disposição final de determinados resíduos, diretamente gerados nos laboratórios, ou como subproduto dos processos de tratamento, foi necessária a implementação de um sistema para classificação segundo a periculosidade e toxicidade de cada resíduo. Esta avaliação é realizada por análises específicas, de acordo com os itens presentes na NBR 10004/04, efetuadas por laboratórios terceirizados (ABNT, 2004a). Após a sua classificação e autorização documentada pelos órgãos do governo, os resíduos de final de processo são encaminhados para três principais formas de destinação: co-processamento em fornos de cimenteiras; aterros industriais ou sanitários; e incineração.

4.5.1 Métodos de tratamento *in loco*

Os diversos modos de tratamentos de resíduos consistem na adoção de uma série de procedimentos destinados a reduzir a sua quantidade, ou o seu potencial poluidor, principalmente para evitar a sua disposição em locais onde, possivelmente, os seus compostos contaminantes podem entrar em contato direto com o meio ambiente (MONTEIRO, 2001). Ao considerarmos que os resíduos químicos possuem cargas significativas de compostos perigosos, é necessário estabelecer, interna ou externamente, tratamentos prévios antes da sua disposição final.

A política de tratamento de resíduos adotada pela Bioagri Laboratórios é baseada na definição presente na RDC 306/04:

[...] aplicação de método, técnica ou processo que modifique as características dos riscos inerentes aos resíduos, reduzindo ou eliminando o risco de contaminação, de acidentes ocupacionais ou de dano ao meio ambiente. O tratamento pode ser aplicado no próprio estabelecimento gerador ou em outro estabelecimento, observadas, nestes casos, as condições de segurança para o transporte entre o estabelecimento gerador e o local do tratamento (BRASIL, 2004, p. 4).

De acordo com esta definição, foram implementadas nos laboratórios metodologias de redução dos resíduos na fonte, como a neutralização de ácidos e bases, e a destilação de alguns solventes em evaporadores rotativos. Estas metodologias são consideradas como tratamento *in loco* ou interno. Este tratamento equivale à aplicação de um procedimento específico, de acordo com as características do resíduo gerado, desenvolvida e aplicada no próprio laboratório, ou em um local próximo da sua fonte geradora. De acordo com os variados componentes tóxicos presentes nestes resíduos, são adotados tratamentos em comum através de uma segregação em grupos gerais, como ácidos e bases, por exemplo. Após este procedimento, é realizada uma avaliação para o seu descarte, tratamento e disposição final. Baseado em procedimentos adotados nos laboratórios da Universidade Federal de São Carlos (UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 1996) e da Bioagri Laboratórios (BIOAGRI LABORATÓRIOS, 2006), podemos definir os tratamentos para os principais e mais comuns grupos de resíduos gerados.

Com o desenvolvimento de tratamentos *in loco* e a definição dos locais de disposição final, de acordo com a sua classificação, foram identificados os resíduos

que são passíveis de tratamento interno antes do envio para a sua destinação final, assim como as formas de acondicionamento. O quadro 16 apresenta os principais grupos de resíduos que possuem alguma técnica de pré-tratamento interna antes do envio para destinação ou disposição final. Para os resíduos líquidos que não possuem pré-tratamento, consideramos a forma de acondicionamento como um pré-tratamento, por ser uma técnica que garante que estes resíduos não entrarão em contato direto com o meio ambiente e nem colocarão em risco a saúde humana.

Grupo dos resíduos	Pré-tratamento ou acondicionamento inicial
Ácidos	Neutralização com a utilização de sais básicos, como a barrilha Armazenamento Acondicionamento em bombonas específicas de 50 litros.
Básicos	Neutralização com utilização de soluções ácidas, como ácido clorídrico. Armazenamento Acondicionamento em bombonas específicas de 50 litros.
Soluções aquosas contaminadas com amostras tóxicas	Armazenamento Concentração < 1 ppm: acondicionamento em bombonas de 50 litros Concentração > 1 ppm: acondicionamento de 50 litros.
Soluções aquosas contaminadas com metais pesados	Precipitação com a utilização de metassilicato, sais alcalinos e soluções ácidas em componentes, como chumbo, cádmio, mercúrio, cromo e níquel. Armazenamento Acondicionamento em bombonas específicas de 50 litros.
Soluções de solventes halogenados	Armazenamento Destilação Acondicionamento em bombonas específicas de 50 litros

Soluções de solventes não halogenados	Armazenamento Destilação Acondicionamento em bombonas específicas de 50 litros
Resíduos sólidos tóxicos	Armazenamento Acondicionamento em sacos pretos específicos e armazenados dentro de <i>containers</i> ou caixas grandes de polietileno e fechadas.
Resíduos sólidos não tóxicos	Armazenamento Acondicionamento em sacos pretos específicos e armazenados dentro de <i>containers</i> ou caixas grandes de polietileno e fechadas.
Resíduos biológicos	Armazenamento Autoclavagem Acondicionamento em sacos brancos com símbolo de riscos biológicos

Quadro 16 – Formas de pré-tratamento e acondicionamento inicial.
 Fonte: Universidade de São Paulo (1996); Bioagri Laboratórios (2006).

Neste quadro são retratados somente os principais resíduos, as suas técnicas de pré-tratamento ou seu acondicionamento inicial. No apêndice C podemos observar com maior detalhamento os resíduos gerados pelos laboratórios, seus acondicionamentos e a sua destinação ou disposição final.

4.6 Disposição Final dos Resíduos

Diante do exposto anteriormente, notamos que grande parte dos resíduos gerados em laboratórios é tratada em locais próximos das suas fontes geradoras. Estes pré-tratamentos servem inicialmente para reduzir o teor tóxico com a separação dos seus compostos. Como podemos observar, alguns resíduos apresentam grau de toxicidade tão alta que é impossível desenvolver um pré-tratamento inicial, portanto é necessário classificá-los para encaminhá-los diretamente para a sua destinação final. Estes resíduos podem ser gerados diretamente ao final das análises e estudos, como subprodutos dos processos de pré-tratamento, onde é reduzido o volume dos considerados classe I.

Nos resíduos que são tratados nos laboratórios ocorre uma redução significativa nas concentrações das moléculas tóxicas, que não possuem técnicas desenvolvidas para a sua reutilização ou reciclagem. O subproduto gerado destes pré-tratamentos é de pequeno volume, mas merece uma atenção especial, devido ao seu alto teor tóxico. Para a classificação destes subprodutos, é necessário estar de acordo com os critérios da norma NBR 10004/04 e da resolução CONAMA 313/02, pela necessidade de estabelecer uma forma de disposição final correta e legal, como a incineração, co-processamento ou a disposição em aterros industriais (ABNT, 2004a; BRASIL, 2002a).

Dentro deste mesmo grupo de resíduos, a outra porção que passou pelo processo de pré-tratamento e de maior volume possui características para possíveis reutilizações, como é o caso de solventes orgânicos diluídos, ou até mesmo o descarte na rede de esgoto, como é o caso do sobrenadante descontaminado resultante da neutralização completa de ácidos e bases. Nestas atividades desenvolvidas para destinação destes resíduos sólidos utiliza-se como norma de referência a resolução CONAMA 313/02 (BRASIL, 2002a).

Além dos resíduos classificados de acordo com a NBR 10004/04, devido às suas características e origem, os laboratórios estudados também possuem resíduos que devem ser tratados, destinados e dispostos de acordo com a RDC 306/04, por possuírem as suas fontes em ambientes de análises químicas na área de saúde, como é o caso do Laboratório de Fármacos. Neste setor, são gerados resíduos com a exigência de aplicar pré-tratamento específico antes do seu envio para a incineração, como é o caso do plasma sanguíneo. Outra classificação que também é

abordada nesta resolução é o excedente de amostras de fármacos, que são encaminhadas diretamente para a incineração. Os demais resíduos gerados neste laboratório possuem as mesmas características de resíduos sólidos industriais, portanto são destinados como nos outros laboratórios, ou seja, pré-tratados quando possível, para a redução da carga tóxica, e depois encaminhados para co-processamento ou incineração (BRASIL, 2004a; BRASIL, 2002a).

O grupo de resíduos sólidos, quando não originados dos laboratórios englobados pela RDC 306/04, e que possuem em suas características, inflamabilidade, corrosividade, toxicidade ou reatividade, devem ser classificados de acordo com a NBR 10004/04 e encaminhados de acordo com a resolução CONAMA 313/02 (ABNT, 2004a; BRASIL, 2002a). O outro grupo de resíduos sólidos, classificado internamente como lixo comum ou reciclável, é identificado de acordo com a resolução CONAMA 275/01 (BRASIL, 2001). Esta categoria de resíduo também está inserida em um programa interno de coleta seletiva, organizado pela Comissão de Reciclagem (COMICICLA), que tem como objetivo organizar o envio dos materiais recicláveis para empresas especializadas. No caso do lixo comum, é identificado por não possuir compostos com potencial de reciclagem ou reutilização, classificado como Classe II A e enviado para aterro sanitário desta classe.

Para finalizarmos as definições de todas estas etapas do tratamento e disposição final dos resíduos gerados nos laboratórios da DQM, podemos resumir estas atividades através de uma listagem geral de todos os resíduos gerados nestes setores, tratamentos e disposições finais, conforme apresentadas no quadro 17.

LISTAGEM GERAL DE TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS DOS LABORATÓRIOS DA DQM														
GRUPO DE RESÍDUO	IV-PROCESSOS DE TRATAMENTO										V-DISPOSIÇÃO FINAL			
	Internos										Externos		Aterro Sanitário	Aterro Industrial
	Destilação	Precipitação	Neutralização	Descaracterização	Blendagem	Autoclavagem	Destilação	Co-processamento	Incineração					
	I-REDUÇÃO	II-REUTILIZAÇÃO	III-RECICLAGEM											
Soluções ácidas	X												X	
Soluções alcalinas	X								X				X	
Soluções aquosas contaminadas com amostras tóxicas													X	
Soluções aquosas contaminadas com metais pesados									X					
Soluções de solventes orgânicos halogenados	X	X	X	X	X								X	
Soluções de solventes orgânicos não halogenados	X	X	X	X	X							X		
Resíduos sólidos tóxicos	X									X				X
Resíduos sólidos não tóxicos	X	X	X											X
Amostras de agrotóxicos	X												X	
Amostras de alimentos													X	
Amostras de fármacos							X	X					X	
Plasma sanguíneo										X			X	
Recicláveis	X	X	X											
Reagentes vencidos ou fora de uso	X	X	X				X						X	X

Quadro 17 – Listagem de tratamento e disposição final de resíduos dos laboratórios.

Fonte: Adaptado (SEBRAE, 2006, p. 24) por Fábio E. Penatti, abril, 2009.

4.7 Procedimentos alternativos para redução e reutilização de resíduos

Os estudos desenvolvidos em instituições de ensino e pesquisa demandam uma série de recursos, econômicos e energéticos, para o desenvolvimento de metodologias e procedimentos alternativos para redução e reutilização de resíduos. Geralmente, os processos e equipamentos utilizados para o desenvolvimento destas pesquisas envolvem custos financeiros elevados, e muitos de origem não-nacional necessitam de importação, levando em consideração também que os resultados de uma pesquisa demandam tempo de médio a longo prazo.

Por estes motivos, entendemos que os resíduos gerados após a utilização de certos produtos são valiosos, muito caros do ponto de vista financeiro e, principalmente, de difícil classificação para o seu correto tratamento. Para Jardim (1998), é necessário otimizar os processos de análises da unidade geradora, com a finalidade de reduzir os gastos com a pesquisa, através da minimização de resíduos, realização dos testes em microescalas, substituição de reagentes, mudanças para procedimentos mais condizentes aos aspectos ambientais na geração dos seus resíduos e, finalmente, desenvolver procedimentos de reuso e/ou reciclagem de produtos. Algumas das técnicas propostas por Jardim (1998) são:

Minimização de resíduos: consiste em uma série de atividades em conjunto que visam uma redução na quantidade de resíduos gerados e, conseqüentemente, menos impactos ambientais.

Utilização de micro escala: define-se em desenvolver análises com produtos em escalas proporcionalmente menor das convencionais. Existem 4 grandes vantagens neste procedimento. A segurança ao manusear pequenas quantidades de produtos, o tempo para se chegar aos resultados são mais rápidos, a economia na utilização de vidrarias, produtos e energia e, finalmente, o profissional que adota este tipo de postura acaba formando uma consciência mais responsável com relação à preservação ambiental.

Substituição de reagente e mudanças de procedimentos: todos os procedimentos analíticos efetuados nos laboratórios, geralmente, seguem normas internacionais para a obtenção do reconhecimento dos resultados obtidos e garantir a fidedignidade e rastreabilidade dos dados gerados. Neste contexto, os laboratórios devem se manter atualizados quanto às necessárias mudanças destes métodos que modificam a utilização de produtos menos danosos ao meio ambiente quanto ao seu resíduo gerado.

Reuso e reciclagem: entende-se pela possibilidade de utilização de um material no estado em que se encontra. De modo geral o reuso é muito pouco praticado, salvo quando o produto não entra em contato com nenhuma forma de contaminação e seja eficientemente coletado. A reciclagem de produtos são métodos adotados por laboratórios mais

voltados às preocupações ambientais e com intuito de diminuição de gastos com a compra de produtos. (JARDIM, 1998, p.672-673).

O principal processo de reciclagem de produtos é a destilação, e entre os resíduos potencialmente recicláveis os principais são:

- Solventes;
- Combustíveis em geral;
- Óleos;
- Resíduos ricos em metais, principalmente metais preciosos;
- Ácidos e bases;
- Catalisadores. (JARDIM, 1998).

Fluxograma para reciclagem de solventes

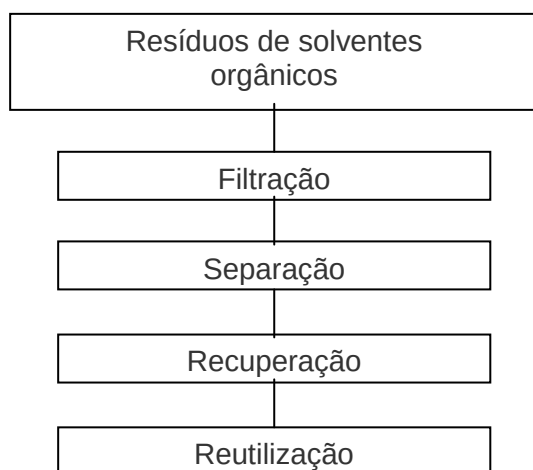


Figura 14 - Fluxograma para reciclagem de solventes.
Fonte: Universidade de São Paulo (2006, p.5).

4.8 Sistema de coleta de dados

Um laboratório de análises químicas é visto como um local que reúne as condições indispensáveis à experimentação científica e à comprovação dos conhecimentos expostos teoricamente, e que se utiliza das suas próprias metodologias, ou não, para o desenvolvimento dos seus estudos (CHRISPINO, 1994). Sabemos que a função das atividades de laboratórios de análises e

pesquisas, principalmente da área química, é de fornecer dados para certificações de resultados referentes às características das amostras, a exemplo da composição físico-química, potencial residual, potencial de lixiviação, impurezas residuais, estabilidade, entre outras (SETTLE, 1997). Diferentemente da confecção de um produto final em uma indústria, os laboratórios geram laudos ou relatórios finais tomando como base os resultados analíticos, e tendo como referências as normas da *United States Pharmacopeia* (USP), EPA, OECD e ABNT, principalmente.

Para a quantificação dos resíduos gerados nestes laboratórios, foi necessário que os operadores e técnicos seguissem o sistema implementado de registros de descartes, e através destes registros pôde-se quantificar periodicamente as suas principais composições. O sistema implementado através da formulação de livros de registros para atividades específicas de descarte foi baseado na norma NBR ISO/IEC 17025 – Requisitos gerais para competência de laboratórios de ensaio e calibração – e DICLA 035 rev.00, que estabelece critério de boas práticas de laboratório e a metodologia para a implementação de sistemas de qualidade em laboratórios analíticos (ABNT, 2007; INMETRO, 2007)

4.8.1 Técnicas para o levantamento dos dados

Antes dos registros em livros específicos de descarte de resíduos, foi necessário criar um sistema de identificação e rotulagem dos frascos coletores. Através de normas de meio ambiente internas, ficou estabelecido que frascos coletores considerados de atividades de geração rotineira de resíduos teriam uma capacidade máxima de 5 litros. As informações da rotulagem destes frascos foram baseadas na Ficha de Caracterização de Resíduos aplicada no Programa de Gerenciamento de Resíduos da UFSCar (UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS, 2005). A identificação deste tipo de descarte é intitulada como “*Descarte Usual*”, contendo dados sobre: grupo de descarte, código da fonte geradora, informações pertinentes às características do resíduo, a data, a rubrica e o vencimento de utilização do frasco (como observamos na figura 8 na p.144).

Após o uso destes frascos coletores, com os descartes gerados rotineiramente em locais de uso comum e que ficam geralmente próximos a bancadas ou equipamentos, baseando-se no sistema implementado de segregação,

estes resíduos são transferidos em frascos coletores maiores, como bombonas de 50 litros ou caixas para resíduos sólidos. Estes frascos maiores, em geral, ficam em locais alternativos, fora dos recintos dos laboratórios, mas no interior dos setores, como as salas de lavagens. Este tipo de descarte recebe o nome de “*Descarte Temporário*”. A rotulagem destes recipientes foi desenvolvida internamente, contendo informações pertinentes ao grupo de descarte e um outro código que o relaciona com a identificação do laboratório, precedido de uma numeração sequencial.

Descarte Temporário	
Grupo do Resíduo: _____	Cod.: _____

Figura 15 - Rotulagem de Descarte Temporário.
Fonte: Bioagri Laboratórios (2006, anexo C).

O procedimento que envolve a transferência de um volume menor de resíduo coletado no frasco de “*Descarte Usual*” para o frasco de maior capacidade, designado como “*Descarte Temporário*”, deve ser registrado em um livro de registro criado pelo sistema implementado, denominado como “*Registro de Identificação do resíduo gerado na fonte para o armazenamento temporário no laboratório*” (quadro 18). Este livro coleta informações para a quantificação dos dados referentes à geração dos resíduos nos laboratórios. Neste livro são informados: (1) o volume descartado; (2) a pessoa que descartou; (3) o horário; (4) o código da fonte da qual procede este resíduo identificado na etiqueta de “*Descarte Usual*”, e (5) o código do coletor para o qual o resíduo está sendo transferido, encontrado no rótulo do recipiente de “*Descarte Temporário*”. No contexto das informações contidas neste livro de registro é que os dados são coletados para tabulação e quantificação do total de resíduos gerados, divididos em determinado períodos de tempo.

Registro de Identificação do resíduo gerado na fonte para o armazenamento temporário no Laboratório						
Data	Horário	Volume	Código	Especificações Gerais	Recipiente	Rubrica

Quadro 18 - Registro de Identificação do resíduo gerado na fonte para o armazenamento temporário no Laboratório.

Fonte: Bioagri Laboratórios (2006, anexo C).

Da mesma forma que é feito o “Descarte Usual” (sempre que se esgota a capacidade do recipiente o seu conteúdo deve ser transferido para o “Descarte Temporário”), o procedimento de registro se repete quando o recipiente de “Descarte Temporário” esgota a sua capacidade de armazenamento e precisa ser descartado. Neste livro, em todo o momento que os RCRs transportam os recipientes para o armazenamento na Área Central de Armazenamento Temporário, a atividade é registrada informando a identificação do recipiente que leva o código do laboratório e o seu número sequencial; a quantidade aproximada do volume existente no coletor; algumas observações; e o destino do coletor, como mostra o quadro 19. Com as informações contidas neste livro, é possível estabelecer o período de geração de resíduos como, por exemplo, em que espaço de tempo é gerado aproximadamente 50 litros de resíduos por laboratório, e com isso estabelecer, através de planilhas de cálculos, a variação mensal e diária das categorias e o total de resíduos gerados.

Livro de Registro de Descarte do Laboratório					
Data	Identificação	Quantidade Aproximada	Observações	Destinação	Responsável

Quadro 19 - Livro de Registro de Descarte do Laboratório.

Fonte: Bioagri Laboratórios (2006, anexo C).

O último procedimento de registro estruturado pelo sistema é quando um dado lote de resíduos recebe uma determinada forma de tratamento, ou é destinado a um local de destruição ou disposição final. O livro de registro aplicável a esta atividade é o de “*Destinação Final*” (quadro 20), sendo utilizado quando os resíduos são destinados para aterros sanitários especializados, co-processamento ou incineração. Através do sistema de gestão implementado nos laboratórios, os

resíduos são segregados previamente, de acordo com a sua composição. Tendo em vista a característica dos estudos desenvolvidos nos laboratórios inclusos no sistema e as análises prévias efetuadas por empresas terceirizadas, determina-se qual o destino para os resíduos gerados, e anteriormente ao envio eles são armazenados separadamente por local de origem na “Área Central de Armazenamento Temporário de Resíduos”.

Registro de Destinação Final de Resíduos						
Data	Identificação	Quantidade	Destino Final	Responsável Entrega	Responsável Recebimento	Nº do Compr.

Quadro 20 - Registro de Destinação Final de Resíduos.
Fonte: Bioagri Laboratórios (2006, anexo C).

Atualmente, a maior parte dos resíduos gerados nestes laboratórios tem o potencial de co-processamento de queima em equipamentos industriais. Segundo laudos técnicos efetuados por análises de classificação, os resíduos possuem uma característica de apresentar poder calorífico acima de 3500 cal/kg e uma baixa concentração de cloro livre, o que potencializa o uso para este tipo de destinação. De acordo com Rocca (1993), este tipo de alternativa para a incineração de resíduos pode garantir uma destinação aceitável no que se refere à redução de custos e à própria conservação ambiental.

4.9 Levantamento dos resíduos e análise dos dados

Como todo sistema de gerenciamento de resíduos, além da organização da gestão dos resíduos, como foi citado nos itens pertinentes a estas aplicações, os dados levantados através dos inventários de resíduos devem ser analisados e tratados conforme os seus riscos correlacionados ao meio ambiente e o seu potencial relativo à minimização ou redução da sua geração. A metodologia aplicada para qualificar os resíduos foi adaptada de um estudo desenvolvido por Cercal (2000, apud SOUZA, 2005). Este estudo consistiu em criar subsídios para priorizar a minimização da geração de resíduos em uma indústria alimentícia de Curitiba,

estado do Paraná (PR). Nele são avaliados, para aplicação, três modelos de análises para se estabelecer uma classificação para análise de valores e minimizações:

1. Análise do resíduo por valor econômico;
2. Análise do resíduo por risco;
3. Análise do resíduo por facilidade de minimização (CERCAL, 2000, apud SOUZA, 2005, p.48).

Além do uso desta metodologia adotada no sistema de gerenciamento de resíduos da Bioagri Laboratórios, esta atividade também complementa as exigências das duas principais normas que fundamentaram todo este processo – a RDC 306/ e a NBR ISO 14001/04. Para a RDC 306/04, é necessário estabelecer as taxas de variações dos respectivos grupos de resíduos, de acordo com os seus indicadores (BRASIL, 2004). Já a NBR /SO 14001/04 determina que a organização deva manter um procedimento de monitoramento e medição das características principais de suas operações, para que os dados levantados sejam analisados com o intuito de gerenciar os seus principais aspectos ambientais (ABNT, 2004b). Após unirmos estes dois pontos a serem seguidos, foi criado um sistema de coleta de dados, análise e emissão de relatórios para avaliação da diretoria geral e alta diretoria da empresa. Com o desenvolvimento deste sistema de coleta e análise de dados, consideramos que parte do objetivo da pesquisa foi concluída, por estabelecer um procedimento fixo de controle da geração de resíduos por laboratório.

No estudo dos resíduos gerados nos laboratórios, a análise efetuada para estabelecer formas de minimização da sua geração foi a *análise do resíduo por facilidade de minimização*. A minimização da geração dos resíduos é o principal instrumento econômico para propiciar fundamentos de incentivos ao desenvolvimento do sistema de gerenciamento pela alta diretoria da empresa. Ao contabilizar a quantidade de resíduos gerados pelos laboratórios, relacionando estes dados com o total de insumos mais utilizados nas análises e a quantidade de estudos desenvolvidos em um mesmo período de tempo, tornou-se possível traçar curvas rítmicas destas variáveis. De acordo com o desempenho destas curvas, teve-se ainda a possibilidade de definir os momentos em que os insumos estavam sendo utilizados com eficiência, se estava havendo algum tipo de desperdício, ou havendo

um maior consumo de insumos em relação ao número de estudos ou análises desenvolvidas.

Ao adequar a metodologia desenvolvida por Cercal (2000, apud SOUZA, 2005), à análise do resíduo por valor econômico, tivemos que estudar quais seriam os principais indicadores que melhor representariam a ligação entre os resíduos gerados, insumos utilizados e estudos efetuados. No conjunto dos aspectos avaliados para a escolha dos indicadores, foram analisados os principais tipos de insumos mais utilizados para o desenvolvimento dos estudos, de acordo com cada área de atuação dos laboratórios. Desta forma, foi possível determinar quais tipos de insumos representariam melhor os indicadores para o levantamento da sua utilização e, conseqüentemente, comporiam as maiores concentrações dos resíduos líquidos gerados pelos laboratórios, diariamente. Neste retrospecto, portanto, foram considerados os resíduos nos estados líquidos como indicadores da geração dos resíduos, e os solventes orgânicos (específicos para cada área de atuação dos laboratórios da DQM) como indicadores para o levantamento dos insumos utilizados.

Antes de iniciarmos os levantamentos dos resíduos e análise dos dados, foi necessário desenvolver alguns modelos preventivos que serviram de diretrizes na avaliação das curvas dos três grupos de dados avaliados: geração de resíduos, volume de insumos utilizados e quantidades de estudos desenvolvidos. Primeiramente, foi criado um piloto somente mostrando as situações prováveis a serem encontradas, confrontando dois grupos de dados: a geração de resíduos e o volume de insumos utilizados, apresentados na figura 16.

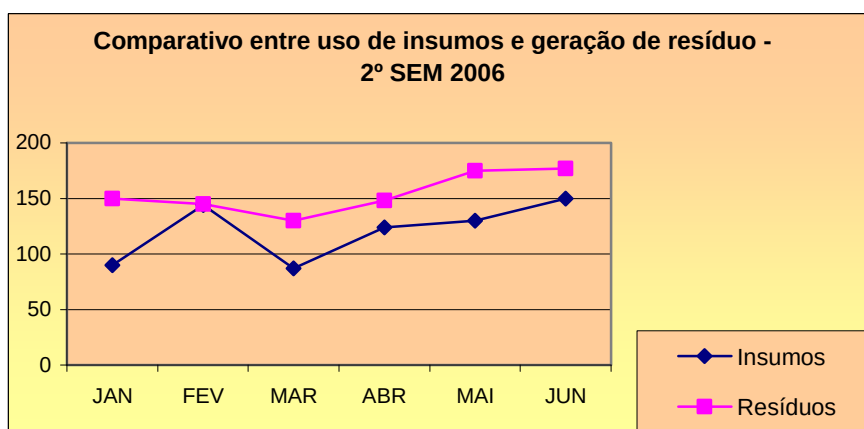


Figura 16 – Modelo de gráfico da relação entre uso de insumos e geração de resíduos. Org.: Fábio E. Penatti, fevereiro, 2009.

Nesta figura podemos encontrar três situações para serem analisadas, e que, provavelmente, podem ser encontradas nas análises comparativas dos indicadores. No gráfico apresentado foram numerados os meses do segundo semestre de 2006, e considerada a quantidade de resíduos gerada como Unidade de Geração de Resíduos (UGR). Para o levantamento dos insumos utilizados, foram escolhidos os mais representativos de acordo com a área de atuação do laboratório, portanto, foram utilizados os solventes orgânicos quantificados em litros (L).

A primeira situação a ser observada foi a encontrada no mês 2, quando a quantidade de resíduos gerada foi igual à de insumos utilizados, considerando que esta igualdade não seria possível devido às misturas de compostos dos resíduos líquidos, com amostras e água, que proporcionam um aumento de volume com relação aos insumos utilizados. Ao depararmos com este fato, tornou-se possível levantar alguns problemas no próprio sistema de coleta de dados, como o descarte de resíduos não ser totalmente registrado, resultando em dados inconsistentes que não refletiam a realidade desta geração. Outra falha possível é que o próprio registro de retirada de insumos do almoxarifado poderia não estar sendo feito em sua totalidade.

A segunda observação foi relativa à quantidade da geração de resíduos, pois se manteve praticamente estável entre o mês 2 e o mês 3, sendo que a quantidade de insumos decaiu consideravelmente. Para esta situação podem ter ocorrido dois fatos: o primeiro é que a relação entre quantidade de insumos e geração de resíduos estava certa, considerando que houve um erro de registro no mês 2, e no mês 3 a situação se normalizou. O segundo fato é que os laboratórios estocaram produtos químicos em demasia no mês 2 e, por consequência, nas análises foram utilizados os estocados, reduzindo os registros de retirada do almoxarifado no mês 3 e, então, existindo menos dados a respeito dos registros destas retiradas. Portanto, nesta situação podemos considerar que os dados levantados não reportariam com veracidade a realidade dos fatos e as causas da geração de resíduos nos laboratórios.

A outra principal situação que encontramos seria a considerada ideal, ou seja, o volume de insumos sendo menor que aquele equivalente aos resíduos gerados, seguindo uma tendência nas quantidades proporcionalmente ao uso de insumos com volumes menores e a geração de resíduos com volumes maiores, como encontramos nos indicadores dos meses 4, 5 e 6, do período analisado. Somente

com estes dados não podemos estabelecer um padrão da relação das quantidades proporcionais entre a quantidade de insumos e resíduos, mas podemos afirmar que as tendências devem manter-se constantes.

Após a análise das prováveis situações encontradas no estudo piloto, da relação entre a geração de resíduos e a utilização de insumos, foram desenvolvidos outros modelos preventivos, com dados supostos para análise das eventuais situações encontradas, utilizando-se os três grupos de dados. Baseando-se no mesmo princípio do modelo anterior, as curvas traçadas de acordo com os três grupos de dados devem seguir uma mesma tendência, caso contrário podemos detectar os pontos críticos que devem ser analisados com maior rigorosidade e corrigidos, devido às possibilidades de ocorrer desperdício na utilização de insumos e, conseqüentemente, maior geração de resíduos, ou até mesmo falhas no próprio sistema.

Devemos lembrar que os exemplos de situações presentes nestes modelos são apenas para ilustrar as possíveis e principais situações, servindo apenas como guia para as análises dos dados reais.

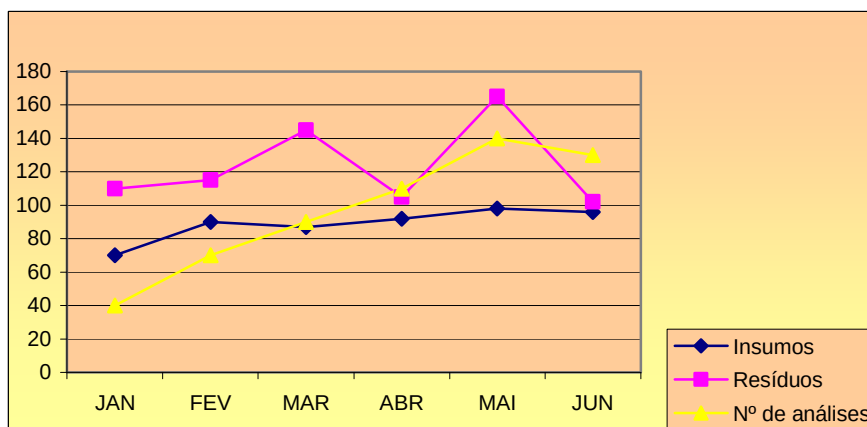


Figura 17 – Modelo 1 do levantamento de dados para análise comparativa do gerenciamento de resíduos. Org.: Fábio E. Penatti, fevereiro, 2009.

Neste primeiro modelo encontramos um perfil do traçado das curvas, que reflete uma possível falha no sistema. Ao tomarmos como referência o mês de janeiro, notamos que a quantidade de resíduos é menor do que o consumo de insumos, estando o número de análises abaixo destes dois itens. Ao avançar nos dados, no decorrer do semestre, nota-se que ocorre um aumento no número de análises efetuadas, mas o consumo de insumos e a geração de resíduos não segue

este mesmo crescimento, apresentando números que possivelmente não contemplam a realidade, em razão de, quanto maior o número de análises, necessariamente o consumo de insumos e a geração de resíduos deveriam aumentar, seguindo uma mesma tendência. Este possível problema detectado pode ser explicado por dois possíveis fatos. O primeiro é que não existe um hábito de registro de descarte no setor envolvido, e o outro é com relação ao registro dos estudos em seus respectivos livros de registro, ou seja, é iniciado o estudo, mas não é dada a sua continuidade no decorrer do mês.

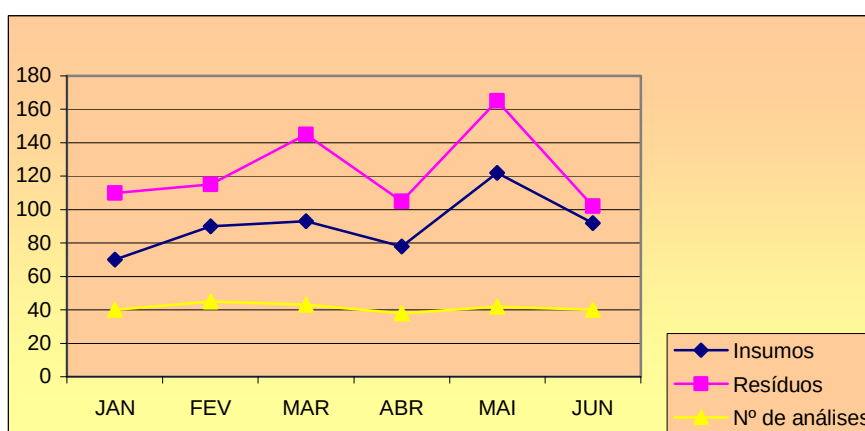


Figura 18 – Modelo 2 do levantamento de dados para análise comparativa do gerenciamento de resíduos. Org.: Fábio E. Penatti, fevereiro, 2009.

Nesta figura representativa do segundo modelo, podemos observar algumas mudanças significativas com relação ao primeiro. Neste caso, a relação dos indicadores relacionados à utilização de insumos e geração de resíduos mantém uma mesma tendência, quanto maior o consumo de insumos maior a geração de resíduos. Poderíamos qualificar este caso como um caso ideal nas análises dos dados reais, se desconsiderássemos o perfil do traçado dos dados de número de análises. Notamos que o grupo dos dados de número de análises mantém um ritmo diferente dos outros dois, com números que mostram pouca variação no decorrer do semestre. Para esta situação podem ser levantadas duas principais explicações. A primeira, e a mais importante, seria que nos meses em que ocorrem oscilações no aumento do consumo de insumos e na geração de resíduos, como é o caso de março e maio, não tenha ocorrido um aumento no número de análises. Este fato evidencia que nestes meses podem ter ocorrido desperdícios na utilização de insumos, tendo como referência os meses anteriores aos citados, em que as

diferenças proporcionais entre os pontos das três curvas são menores que os meses posteriores (março e maio). A outra explicação seria que as análises efetuadas durante os meses anteriores, no caso março ou abril, poderiam ser de menor consumo de insumos, justificando o não acompanhamento da curva de número de análises com a tendência das curvas de resíduos e insumos.

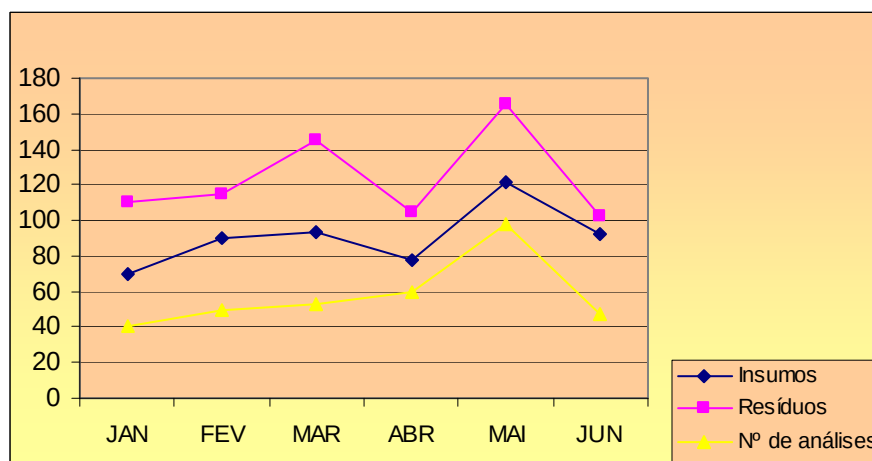


Figura 19 – Modelo 3 do levantamento de dados para análise comparativa do gerenciamento de resíduos. Org.: Fábio E. Penatti, fevereiro, 2009.

A apresentação deste último modelo mostra uma condição ideal para os perfis dos traçados rítmicos de análise dos dados. Verificamos que os três grupos de dados seguem uma mesma tendência em suas oscilações, como podemos observar nos exemplos dos meses de março e maio. Desta forma, este modelo pode ser considerado como um modelo padrão de referência, que fundamentou todas as análises efetuadas com os levantamentos dos dados reais coletados a partir da estrutura de registros implementados pelo sistema de qualidade Bioagri.

Com o levantamento destes dados, e tomando como referência os modelos expostos neste item, é possível detectar os principais pontos onde, possivelmente, podem ocorrer desperdícios, os períodos e qual a situação encontrada para explicar e corrigir o problema. A partir destes dados, portanto, é que o gerenciamento de resíduos foi aplicado, pois se tornou possível a verificação de todas as entradas e saídas, desde a contratação dos serviços (análises), a sua condução, a utilização dos insumos para o desenvolvimento e efetivação das análises, até a quantificação da geração dos resíduos. No sistema implementado, e com a avaliação multisetorial dos dados levantados, como a dos responsáveis diretos pelo departamento de qualidade e da diretoria técnica, podemos desenvolver ações preventivas e

corretivas para a redução do uso não eficiente dos insumos nas análises e, consequentemente, a redução na própria geração de resíduos.

5.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO FINAL

O desenvolvimento de um sistema convencional de gerenciamento de resíduos consiste basicamente em controlar as entradas e as saídas dos resíduos, ou seja, conhecer as suas características e classificá-los, criar procedimentos de segregação e armazenamento e, finalmente, definir sistemas de tratamento e locais para a sua destinação final. Para o gerenciamento de resíduos específicos de laboratórios, é necessário trabalhar com um fator distinto relacionado ao sistema convencional, que é o fato do volume de geração ser menor. Entretanto, sua composição é complexa, devido às diversas formas de geração e do uso de variadas características de insumos, como produtos químicos, orgânicos, biológicos etc.

De acordo com a norma de referência RDC 306/04 (BRASIL, 2004), na qual é baseado o gerenciamento de resíduos da Bioagri Laboratórios, os resíduos gerados em seus locais de origem devem ser quantificados para estabelecer indicadores de variação desta geração para cada grupo de classificação. Baseado neste procedimento metodológico, o sistema desenvolvido na empresa aplicou um levantamento de dados mais amplo, ou seja, além da necessidade normativa de quantificar o volume de resíduos gerados periodicamente, este trabalho englobou a coleta de dados referentes ao volume de insumos utilizados para o desenvolvimento das análises e pesquisas, e também a quantidade de análises efetuadas, respectivas a cada laboratório estudado. Com estes dados, o sistema de gerenciamento atendeu aos requisitos da norma de referência, como também permitiu a elaboração das curvas rítmicas para a análise das tendências relacionadas a estes três indicadores.

Com o trabalho de coleta dos dados referentes aos indicadores de volume da geração de resíduos, volume de insumos (produtos) utilizados para desenvolver as análises e a quantidade de análises efetuadas, em períodos mensais, foi possível, em algumas situações, detectar pontos de desperdício tomando como base as tendências e as prováveis situações traçadas pelo modelo do capítulo anterior. Portanto, com o sistema estudado pela pesquisa, é possível obter dados para análise dos possíveis pontos de desperdícios de insumos com relação aos resíduos gerados. Porém, verificamos que na maioria dos casos estudados, os dados não seguem a tendência esperada, ou seja, uma relação simétrica entre as oscilações e diminuição do uso de insumos e geração de resíduos no mesmo período em que os laboratórios efetuam uma quantidade maior de análises ou quando ocorre uma retração das atividades. Assim, estas situações impossibilitaram a análise dos períodos em que, possivelmente, ocorreram uma geração de resíduos e uma utilização de insumos maior com relação à quantidade de análises efetuadas no mesmo período. Diante deste fato, abordaremos e discutiremos as possíveis causas destes problemas.

Antes de discutirmos as causas da impossibilidade da análise dos períodos em que, possivelmente, ocorreram desperdícios na utilização de insumos e, conseqüentemente, uma geração maior de resíduos em algumas situações, abordaremos, neste capítulo, como foi desenvolvido o trabalho de coleta e tratamento dos dados e as principais dificuldades encontradas.

Tendo a empresa um sistema de qualidade implementado de acordo com as normas específicas para laboratórios de ensaio, como DICLA 035 (INMETRO, 2007) e NBR/ISO/IEC 17025 (ABNT, 2005), que visam registrar todas as atividades desenvolvidas em formulários padronizados e controlados, o controle de registros para os descartes de resíduos também estão inseridos neste mesmo sistema. Desta forma, todos os dados necessários para o desenvolvimento da pesquisa foram retirados de livros de registros específicos de cada laboratório envolvido.

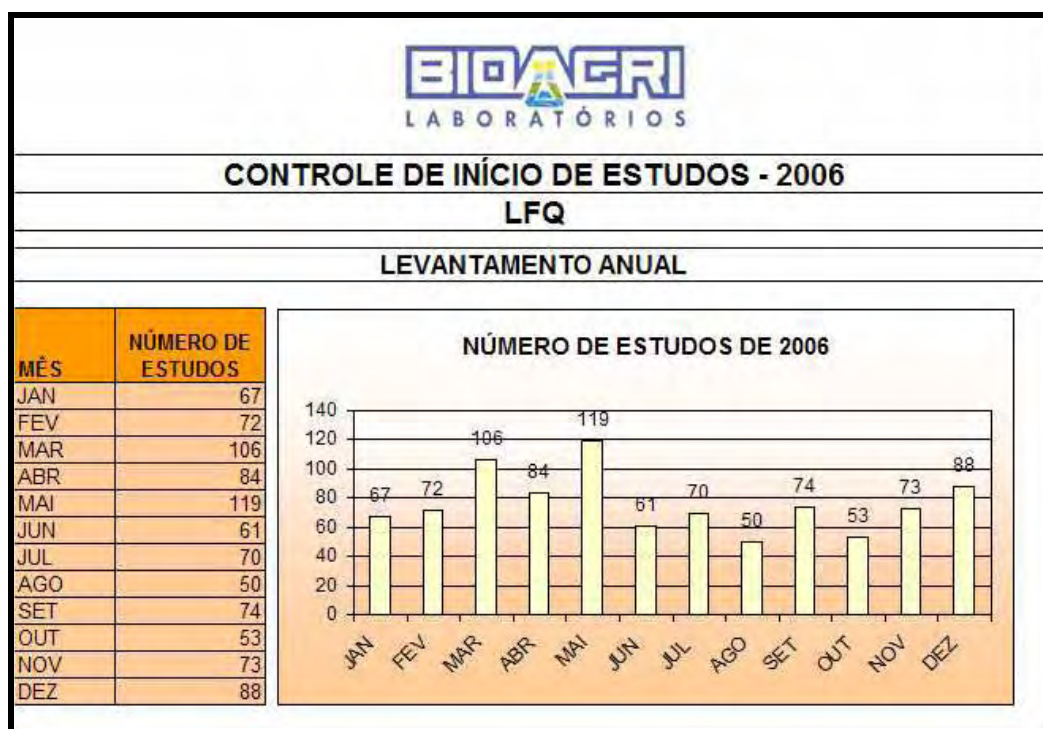
Como já foi abordado, além dos dados da quantidade de resíduos gerados por laboratório, o sistema de gerenciamento de resíduos implementado também necessitou do conjunto de dados referentes à quantidade de análises efetuadas mensalmente por cada laboratório, para estabelecer os comparativos pertinentes às respostas esperadas, frente ao objetivo do trabalho. Tendo em vista que todas as atividades, desde o início da fase experimental, até a sua conclusão e a emissão de

relatórios, são registradas em formulários específicos, desenvolveu-se um levantamento de todos os possíveis registros aos quais os estudos eram submetidos, num primeiro registro, e se possível utilizados por todos os laboratórios da DQM, para facilitar a coleta destes dados.

Após este trabalho, iniciou-se a coleta dos dados, quantificando separadamente todos os códigos de estudos de cada laboratório em um formulário denominado *Livro de Registro de Equipamento*, utilizado na balança de pesagem da sala de armazenamento de amostras, local de onde são retiradas alíquotas das amostras para serem iniciados todos os estudos contratados pela empresa. Para facilitar estes levantamentos, utilizou-se como guia uma listagem com os códigos, os títulos dos estudos e os laboratórios emitidos pela Unidade de Garantia de Qualidade (UGQ). Ao término deste trabalho, os dados foram tabulados em planilhas do *software Microsoft Office Excell* para o seu tratamento. Durante a análise dos dados, foram detectadas algumas deficiências com relação às suas fontes, onde encontramos uma variação representativa de estudos registrados naquele formulário pelos laboratórios, com a realidade rotineira de análises desenvolvidas. A justificativa destas diferenças pôde ser verificada, devido à existência de laboratórios que efetuavam mais de um estudo com a mesma alíquota retirada da sala de armazenamento de amostra, ou seja, era efetuada uma segunda pesagem para os demais estudos desenvolvidos em alguns laboratórios.

Neste contexto, não poderíamos utilizar somente esta fonte de dados, por não exprimir com proximidade a realidade da quantidade de análises desenvolvidas nos laboratórios. Portanto, foi necessário buscar uma segunda fonte de dados em livros de registros de outras balanças, que também poderiam ser utilizadas pelos laboratórios da DQM. A segunda fonte de dados utilizada abrangeu os livros de registros das balanças da própria Divisão de Química. Ao todo são 3 balanças, com livros que possuíam dados específicos para cada laboratório usuário. A primeira balança encontra-se no pavimento superior e é utilizada por dois laboratórios, o LFQ e o LRD, tendo como código B.27. A segunda balança está localizada no pavimento térreo, e também é utilizada por dois laboratórios, o LEM e o LFAR, levando o código de B.16. E a terceira balança, utilizada somente pelo LAR, é a B.35. Com estas fontes de dados, foi possível levantar e tratar os dados referentes à quantidade de análises efetuadas nos laboratórios, com maior segurança com

relação à realidade. Estes dados foram tabulados e colocados em planilhas específicas, como mostra o exemplo do quadro 21.



Quadro 21 – Levantamento anual de estudos. Org.: Fábio E. Penatti, maio, 2009.

O próximo conjunto de dados coletado para finalizar esta etapa foi o volume mensal de insumos (produtos químicos) utilizados pelos laboratórios para o desenvolvimento das análises. Diferentemente do processo efetuado para a coleta do conjunto de dados anteriores, que provinha de registros em formulários, para a coleta destes dados foi necessária a utilização de um *software* de controle administrativo de ativos e passivos financeiros, denominado *Protheus*. Com este *software* foi possível listar em um relatório todos os movimentos mensais de retiradas de insumos do almoxarifado no período estudado, ou seja, nos anos de 2006, 2007 e 2008. Com a posse deste relatório, a próxima etapa foi quantificar os produtos químicos utilizados para desenvolver as análises que, consequentemente, vieram a gerar os resíduos. Ao iniciar a quantificação e a tabulação destes dados, verificou-se a existência de produtos que não eram retirados com um fluxo mensal. Diante deste fato, consideramos que estes produtos não poderiam ser considerados como compostos característicos ou de percentual representativo nos resíduos gerados pelos laboratórios. Portanto, os produtos quantificados foram somente aqueles que possuíam um fluxo de utilização mensal e que, consequentemente,

faziam parte da composição do montante dos resíduos líquidos gerados, sendo os principais:

- Acetona HPLC;
- Hexano PA e HPLC;
- Metanol HPLC;
- Tolueno HPLC;
- Acetonitrila HPLC;
- Diclorometano HPLC;
- Clorofórmio PA.

5.1 Apresentação dos resultados dos levantamentos gerais da geração de resíduos

Um dos principais motivos que influenciaram a criação de um sistema de controle ambiental na empresa estudada, tendo como base o uso do instrumento do gerenciamento de resíduos de laboratórios de análises e pesquisas, foi a meta de redução da geração de resíduos pelo controle do uso excessivo de produtos químicos para a conclusão das análises. Com esta meta, acreditamos na possibilidade de uma redução dos impactos ambientais negativos sobre o meio ambiente, pois, com a redução da geração de resíduos, diminuem também a quantidade e o tempo de trabalho dos funcionários usados para o seu manejo, a quantidade de passivos armazenados, o transbordo e o número de transportes para a destinação final.

Além deste principal motivo, foi adotado este tipo de sistema para o enquadramento às exigências legais, pois, direta ou indiretamente, a empresa deve possuir dados exigidos pelas legislações e normas vigentes, para apresentá-los aos órgãos ambientais fiscalizadores oficiais do governo, a exemplo da CETESB, IBAMA, MMA, entre outros. Diante desta realidade, a primeira exigência do governo, frente à necessidade da empresa obter indicadores relacionados à geração de resíduos foi a promulgação da resolução nº 313/02 do CONAMA (BRASIL, 2002). Esta resolução exige que as indústrias forneçam informações para os órgãos

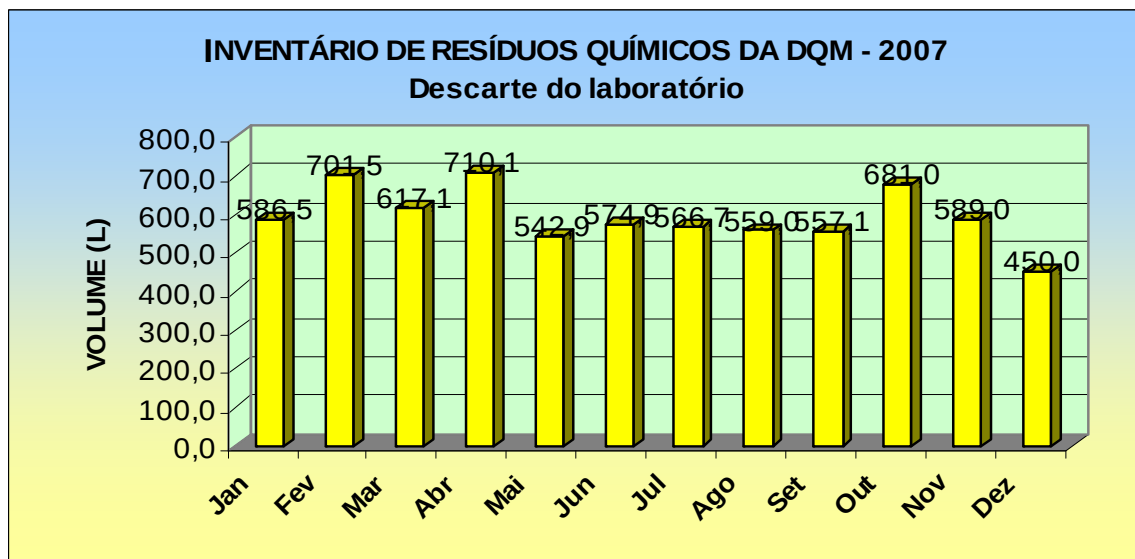
estaduais sobre geração, características, armazenamento, transporte e destinação de seus resíduos sólidos, de acordo com o que diz seu artigo 4º, ou seja:

As indústrias das tipologias previstas na Classificação Nacional de Atividades Econômicas do IBGE, abaixo discriminadas, deverão, no prazo máximo de um ano após a publicação desta Resolução, ou de acordo com o estabelecido pelo órgão estadual de meio ambiente, apresentar a este, informações sobre geração, características, armazenamento, transporte e destinação de seus resíduos sólidos[...](CONAMA, 2002, p.1).

De acordo com as atividades da Bioagri Laboratórios, mais precisamente da DQM, ou seja, comercialização de análises e pesquisas na área química, as indústrias de fabricação de produtos químicos contratam os serviços oferecidos pela empresa. Por este motivo, o Departamento de Segurança e Meio Ambiente (DSMA) passa por auditorias periódicas, que exigem estes dados para serem evidenciados em seu escopo de verificação. Portanto, indiretamente, esta lei aplica-se à empresa, sendo necessária a elaboração de um inventário anual de resíduos, como segue nos quadros 22 e 23.

INVENTÁRIO DE RESÍDUOS QUÍMICOS												Período: JAN-DEZ 2007
Resíduo	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
SOLVENTE, ÁGUA E AMOSTRA	586,5	701,5	617,1	710,1	542,9	574,9	566,7	559,0	557,1	681,0	589,0	450,0

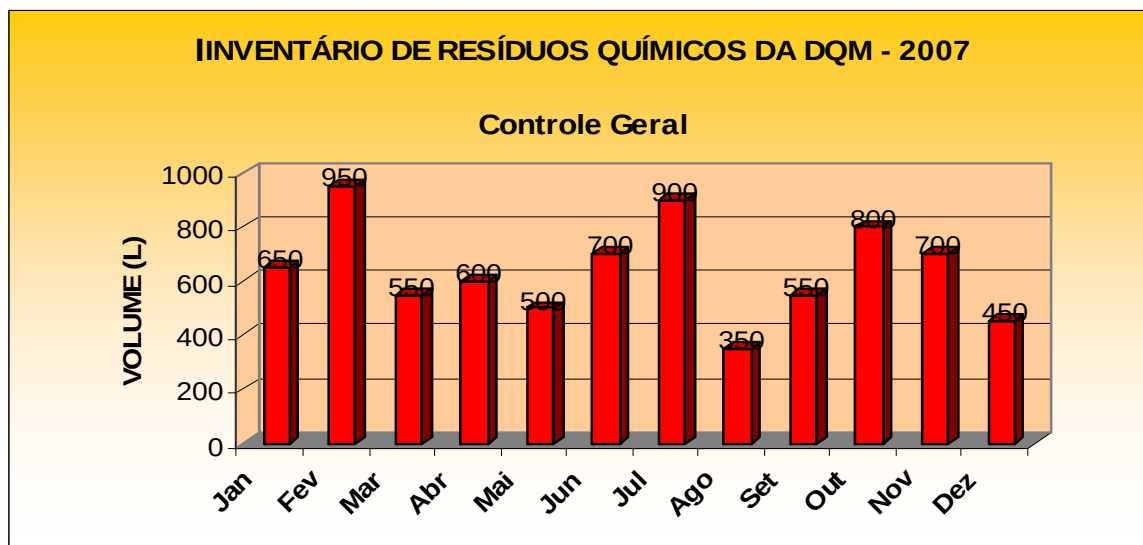
Fonte de dados: Livros de registros de descarte do laboratório



Quadro 22 - Gráfico do inventário anual da geração de resíduos de 2007 da DQM.
Org.: Fábio E. Penatti, maio, 2009.

INVENTÁRIO DE RESÍDUOS QUÍMICOS												Período: JAN-DEZ 2007
Resíduo	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
SOLVENTE, ÁGUA E AMOSTRA	650	950	550	600	500	700	900	350	550	800	700	450

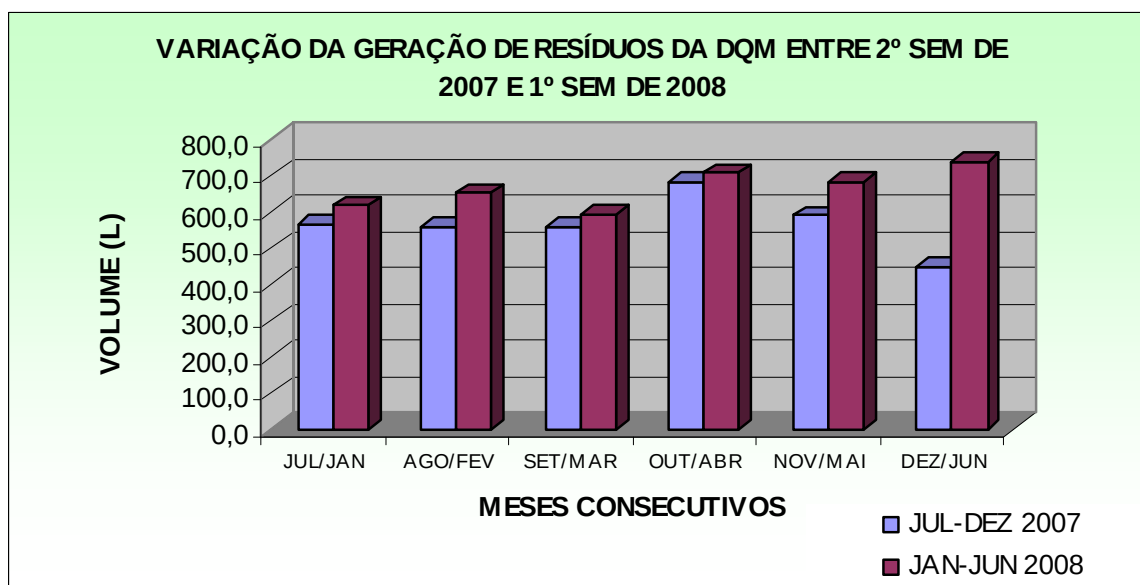
Fonte de dados: Livros de registros de descarte de controle



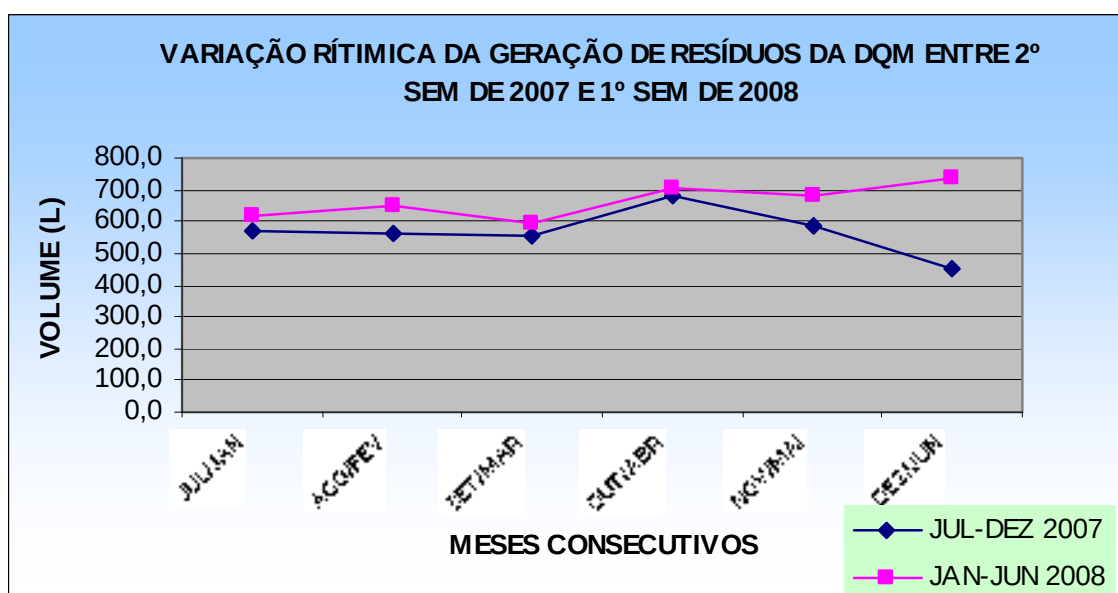
Quadro 23 – Gráfico do inventário de geração de resíduos da Bioagri Laboratórios de 2007.
Org.: Fábio E. Penatti, maio, 2009.

Os gráficos dos quadros 22 e 23 mostram os indicadores da geração anual de resíduos, levantados mensalmente de duas fontes de dados. Para a elaboração do gráfico do quadro 22 foram coletados os dados diretamente dos livros de registros de descarte dos laboratórios da DQM, sendo somados e separados mensalmente, como mostra a tabela do quadro. Estes dados mostram o volume de resíduos gerado imediatamente após o término da análise. O gráfico do quadro 23 é baseado no livro de registro de controle geral, ou seja, todos os resíduos gerados pela empresa são encaminhados para o armazenamento temporário no abrigo central.

Somente os indicadores relacionados ao montante gerado anualmente não são suficientes para mostrar as reais necessidades de um sistema baseado no regulamento técnico para gerenciamento de resíduos de serviço de saúde, cujas particularidades podem ser adaptadas para a realidade dos serviços prestados em laboratórios de análises e pesquisas da área química, conforme já considerado anteriormente. A legislação que engloba todos os critérios e orientação desta forma de gerenciamento, a RDC 306/04, determina que, além das regulamentações enquadradas, esta forma de gerenciamento deve desenvolver instrumentos de avaliação e controle, assim como a elaboração de indicadores sobre a variação da geração de resíduos, proporcionalmente ao seu grupo inventariado. Diante disso, nos laboratórios estudados, tendo como grupo de geração os resíduos químicos, o sistema utilizou os dados semestralmente coletados e calculou as taxas de variação de aumento e diminuição dos mesmos, como mostra o exemplo dos quadros 24 e 25, e a tabela 6 (p.185).



Quadro 24 – Gráfico da variação da geração de resíduos entre os meses do 2º semestre de 2007 e 1º semestre de 2008. Org.: Fábio E. Penatti, maio, 2009.



Quadro 25 – Gráfico da variação rítmica do fluxo de geração de resíduos entre os meses do 2º semestre de 2007 e 1º semestre de 2008. Org.: Fábio E. Penatti, maio, 2009.

Nestes dois gráficos, podemos analisar as diferenças entre a geração de resíduos nos dois períodos distintos, o 2º semestre de 2007 e o 1º semestre de 2008. No quadro 24, no gráfico de barras, observamos que a quantidade gerada no 1º semestre de 2008 foi superior a todos os meses relativos ao segundo semestre de 2007. A justificativa foi o aumento na venda de análises no 1º semestre de 2008, se comparada ao segundo semestre de 2007, de acordo com informações do diretor técnico da empresa, Paulo Marcos da Silva, em reunião ocorrida dia 18 de maio de

2009. Ao observarmos o gráfico de linhas do quadro 25, além de verificarmos uma geração maior de resíduos no ano de 2008, também podemos analisar o fluxo da variação entre os aumentos e diminuições da geração entre os dois semestres estudados de forma rítmica.

TAXAS DE VARIAÇÃO DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS				
PERÍODO 2º SEM - 2007/ 1º SEM - 2008				
MESES	Resíduos 2ºsem /2007	MESES	Resíduos 1ºsem /2008	TAXA DE VARIAÇÃO ABSOLUTA (L)
JUL	566,7	JAN	617,5	50,8
AGO	559	FEV	651,4	92,4
SET	557,1	MAR	594,2	37,1
OUT	681	ABR	707,2	26,2
NOV	589	MAI	684,1	95,1
DEZ	450	JUN	739,5	289,5

Tabela 6 – Tabela de taxas absolutas de variação do volume gerado de resíduos entre os meses do 2º semestre de 2007 e 1º semestre de 2008.
Org.: Fábio E. Penatti, maio, 2009.

Como observamos, os gráficos mostrados anteriormente expõem claramente as diferenças das quantidades geradas de resíduos entre os dois semestres estudados, porém não mostram os valores reais destas diferenças. A tabela 6 mostra as taxas dos valores absolutos das diferenças entre a geração de resíduos destes dois semestres. O cálculo destas taxas foi efetuado de acordo com a equação:

$$x - y = z \quad \dots(1)$$

x: volume de resíduos do 1º semestre de 2008

y: volume de resíduos do 2º semestre de 2007

z: valor absoluto do aumento ou diminuição dos resíduos gerados

Sendo destacados pela cor azul na tabela 6, observamos que os valores são positivos entre os comparativos, evidenciando que em todos os meses do 1º semestre de 2008 o volume gerado foi superior aos meses do 2º semestre de 2007.

5.2 Proposta do sistema

A proposta do sistema desenvolvido na Bioagri Laboratórios mostra a necessidade de trabalhar com 3 indicadores para analisar os possíveis pontos ou situações de desperdícios ali verificadas. Se compararmos esta proposta com a produção industrial em um determinado país, também observamos que quando a economia cresce, a necessidade de matéria-prima e o uso de energia ou combustíveis também aumentam. Baseado neste mesmo princípio, ao gerenciamento dos resíduos com foco no controle da utilização de insumos, e tendo como meta a redução de desperdícios, cabe analisar os comparativos entre os indicadores que mais representam os índices de consumo, processamento e descarte, ou seja, indicadores que evidenciam no objeto de estudo o fluxo de matéria e energia.

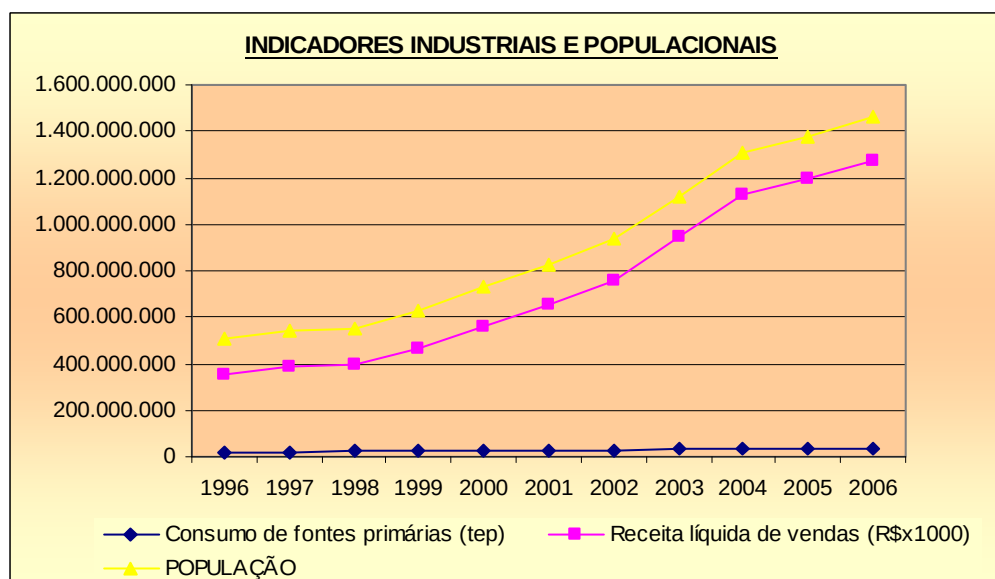
A importância da análise do comparativo de três indicadores pode ser aplicada, por exemplo, para explicar o crescimento das vendas líquidas da indústria brasileira entre os anos de 1996 a 2006. Ao compararmos estas vendas com a utilização de energia primária, e tendo como controle um terceiro indicador, que é o crescimento da população, o objetivo é de relacionar o aumento do consumo gerado pela população com o aumento de vendas líquidas de produtos industrializados, o que, conseqüentemente, gera uma necessidade maior da utilização de energia ou matérias-primas para a produção. Logicamente que para chegar a esta afirmativa é necessário considerar outros fatores, como índices de exportações, produto interno bruto (PIB), renda *per capita* etc.. Para fins ilustrativos, o gráfico e a tabela abaixo mostram a importância da utilização de três indicadores para analisar um determinado fenômeno espacial.

RELAÇÃO DA RENDIMENTO INDUSTRIAL E CONSUMO DE ENERGIA PRIMÁRIA
BRASIL - PERÍODO 1996 À 2006

ANO	Consumo de fontes primárias (tep)	Receita líquida de vendas (R\$x1000)	POPULAÇÃO
1996	18.816.000	332.486.443,00	157.070.163
1997	20.281.000	364.384.005,00	159.636.297
1998	21.795.000	370.090.859,00	161.790.182
1999	23.713.000	439.416.367,00	163.947.436
2000	22.910.000	537.422.198,00	169.799.170
2001	25.355.000	630.963.836,00	172.385.776
2002	27.987.000	731.345.695,00	176.389.999
2003	30.201.000	912.865.648,00	178.985.306
2004	32.565.000	1.093.685.496,00	181.106.000
2005	33.707.000	1.157.707.533,00	183.383.000
2006	36.706.000	1.236.134.895,00	185.564.000

Tabela 7 – Relação de consumo de fontes primárias, vendas de produtos e crescimento da população.

Fonte: BRASIL (2008); Telecomunicações (2009); BRASIL (2009a); BRASIL (2009b).
 Org.: Fábio E. Penatti, maio, 2009.



Quadro 26 - Comparativo entre consumo de fontes primárias, vendas de produtos e crescimento da população.

Fonte: BRASIL (2008); Telecomunicações (2009); BRASIL (2009a); BRASIL (2009b)
 Org.: Fábio E. Penatti, maio, 2009.

Ao analisarmos o Plano de Aceleração do Crescimento (PAC), consideramos o mesmo como um fator que colabora com o aumento da produção, influenciada pelo aumento do consumo. Este projeto foi lançado pelo governo brasileiro em 2007, com o objetivo de criar condições macrosetoriais para o crescimento e proporcionar maiores ofertas de emprego e melhores condições de vida para a população, com

uma previsão de término em 2010 (PÊGO; CAMPOS NETO, 2008). Segundo o traçado entre a relação do consumo energético e o aumento do PIB de 1,3%/ano, elaborado pelo estudo, os pesquisadores constatarem que a demanda de energia necessitaria aumentar na ordem de 30% a cada ponto percentual de aumento do PIB. Mas, para isso seria necessária uma oferta maior de energia, devido ao aumento da demanda promovido pelo PAC. Caso fosse possível a análise retrospectiva deste projeto, a análise do comparativo dos dados de três indicadores, ou seja, PIB anual, consumo de energia e oferta de empregos, poder-se-ia analisar se realmente o PAC influenciou a oferta de empregos e a maior demanda de energia, ou não.

A indústria que possui uma política de gestão administrativa compromissada com o controle ambiental dos seus aspectos significativos de produção desenvolve o gerenciamento do controle de utilização de insumos ou matéria-prima, controle de vendas e custos com relação à geração de resíduos, tendo como objetivo a redução de custos da produção. De acordo com o manual para prevenção de resíduos na fonte e economia de água e energia, coordenado por Furtado (1998), é necessário desenvolver um trabalho com o objetivo de fazer um diagnóstico do processo e do produto na fábrica e “gerar informações para conceber e implementar opções para prevenção de resíduos (PR) e redução do consumo de água e energia elétrica no processo de produção” (FURTADO, 1998, p. 7). Segundo este manual, nas orientações para a prevenção de resíduos e economia de água e energia elétrica é necessário o levantamento periódico de um conjunto de informações para a elaboração do balanço de material e energia. Semelhante ao que é feito pelo PGRBio, as fontes de informações para este balanço contemplam:

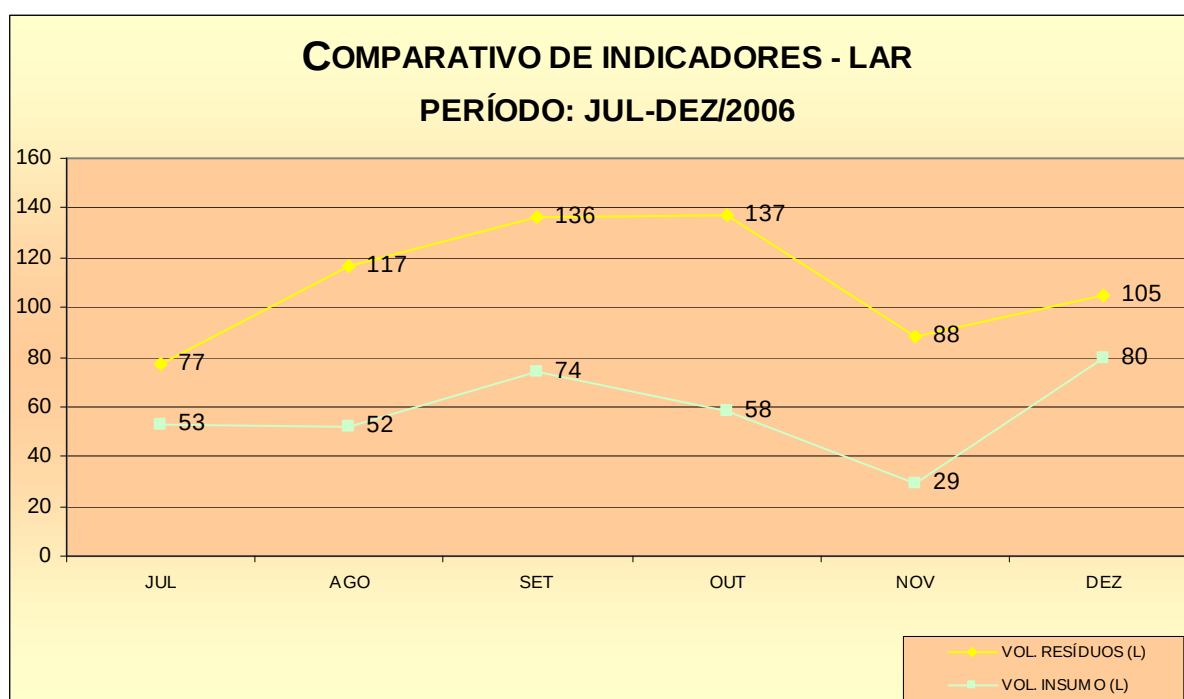
- Registros das operações de produção;
- Medidas de consumo geral;
- Manifestos de resíduos; (FURTADO, 1998, p. 26).

Portanto, assim como nas indústrias que adotam esta metodologia para controle e prevenção do consumo de energia e geração de resíduos, com este sistema de gerenciamento é possível detectar situações em que, possivelmente, os insumos não são usados de forma eficiente, gerando um excedente de resíduos, os

quais poderiam ser prevenidos na fonte com a implantação destas formas de controle.

Inicialmente, antes de nos atermos à análise dos gráficos contendo os três indicadores, com o objetivo de detectar potenciais situações onde os pontos comparativos podem expressar sinais de desperdício, devido a uma utilização de insumos superior ao necessário, e tendo, como consequência, o aumento do volume de resíduos da empresa, julgamos necessário traçar uma análise detalhada com o uso de dois indicadores. Com estas análises poderemos avaliar se é possível definir as situações de desperdício nos laboratórios e se realmente o aumento ou a diminuição do volume de insumos utilizados, a quantidade de resíduos gerados e o número de análises efetuadas seguem uma mesma simetria nos gráficos de linhas, com valores de grandezas relativas.

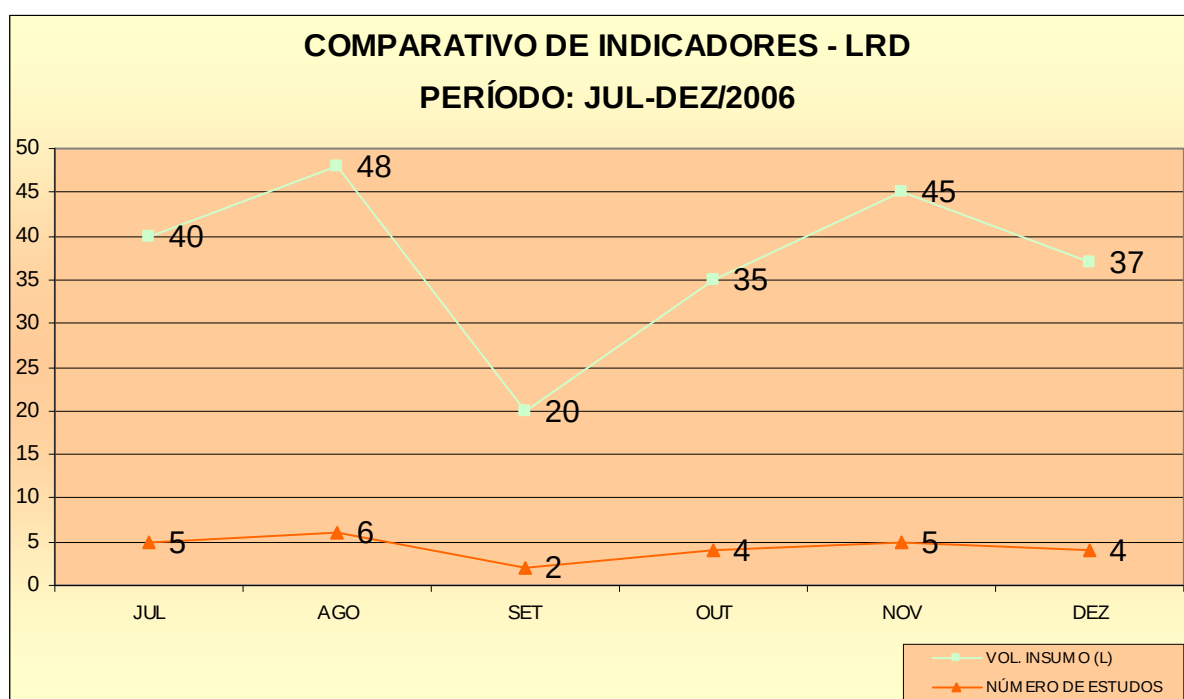
Os quadros seguintes mostram os três indicadores compilados em gráficos separados e divididos em dois grupos de dados para análise conjuntural das tendências, usando os valores comparativos de dois indicadores.



Quadro 27 – Gráfico de comparativo de indicadores do volume de resíduos gerados e o volume de insumos utilizados. Org.: Fábio E. Penatti, maio, 2009.

Neste quadro, podemos verificar dois grupos de dados coletados de duas fontes distintas da quantificação do volume de resíduos gerados e o volume de insumos utilizados nas análises pelo Laboratório de Análise de Resíduos (LAR) da

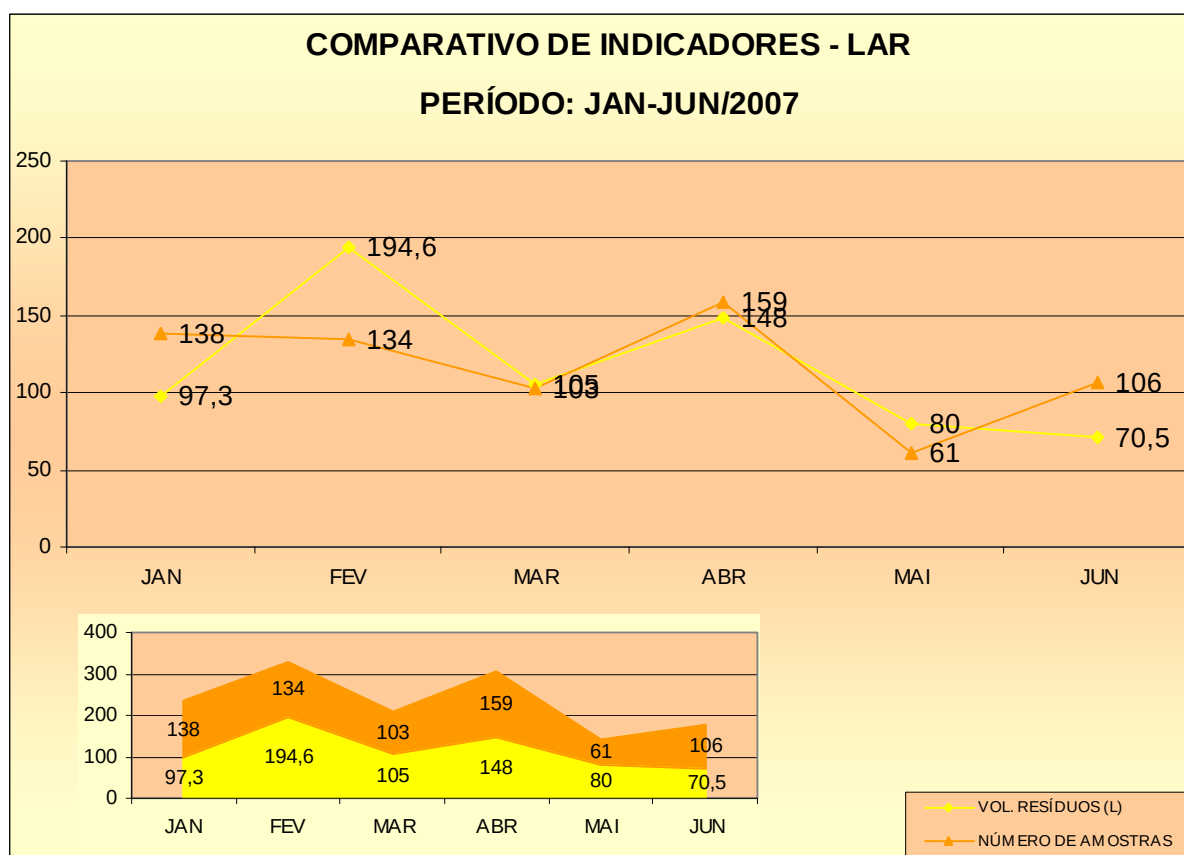
empresa. Neste gráfico, especificamente, notamos primeiramente a tendência lógica de que o volume de resíduos gerados é maior que o volume de insumos utilizados expressos nas curvas. Dentro do retrospecto semestral do período analisado, estas curvas seguem uma mesma tendência, ou seja, se pontuarmos os meses de setembro, novembro e dezembro, as curvas dos aumentos e diminuições da utilização de insumos são seguidas pela curva de geração de resíduos. Contudo, percebemos que as proporções entre estes dois volumes não são exatamente iguais, se avaliarmos os meses de agosto e outubro. Este fato pode ser justificado devido à complexidade de compostos para as análises químicas, ou seja, no mês de outubro, provavelmente, os resíduos possuíam uma carga maior de impurezas e água, ficando com uma quantidade maior proporcionalmente ao mês de setembro, em que o volume de insumos teve uma diferença de uso de apenas 6 litros e o volume de resíduos uma diferença de 20 litros.



Quadro 28 – Gráfico de comparativo de indicadores do volume de insumos utilizados e número de estudos desenvolvidos. Org.: Fábio E. Penatti, maio, 2009.

No quadro 28, podemos analisar novamente o volume de insumos, mas comparado com outro grupo de dados – o número de estudos efetuados durante o período de julho a dezembro de 2006, retirados de livros de registros do Laboratório de Radioquímica (LRD). Para este comparativo, o objetivo foi avaliar, pontualmente, se realmente o aumento ou a redução do número de análises nos laboratórios

influenciam na quantidade utilizada de insumos. Desta forma, observamos que dentro da realidade das análises desenvolvidas por este laboratório, e no período avaliado, a hipótese é afirmativa. Esta afirmação pode ser confirmada pela tendência das duas curvas traçadas, pois quando ocorre uma diminuição significativa do número de estudos, segue-se a redução da utilização de insumos, e quando ocorreu aumento do número de análises, o volume de uso de insumos também aumentou, não apresentando grandes diferenças nas proporções entre número de estudos com relação ao volume de insumos gastos mensalmente.

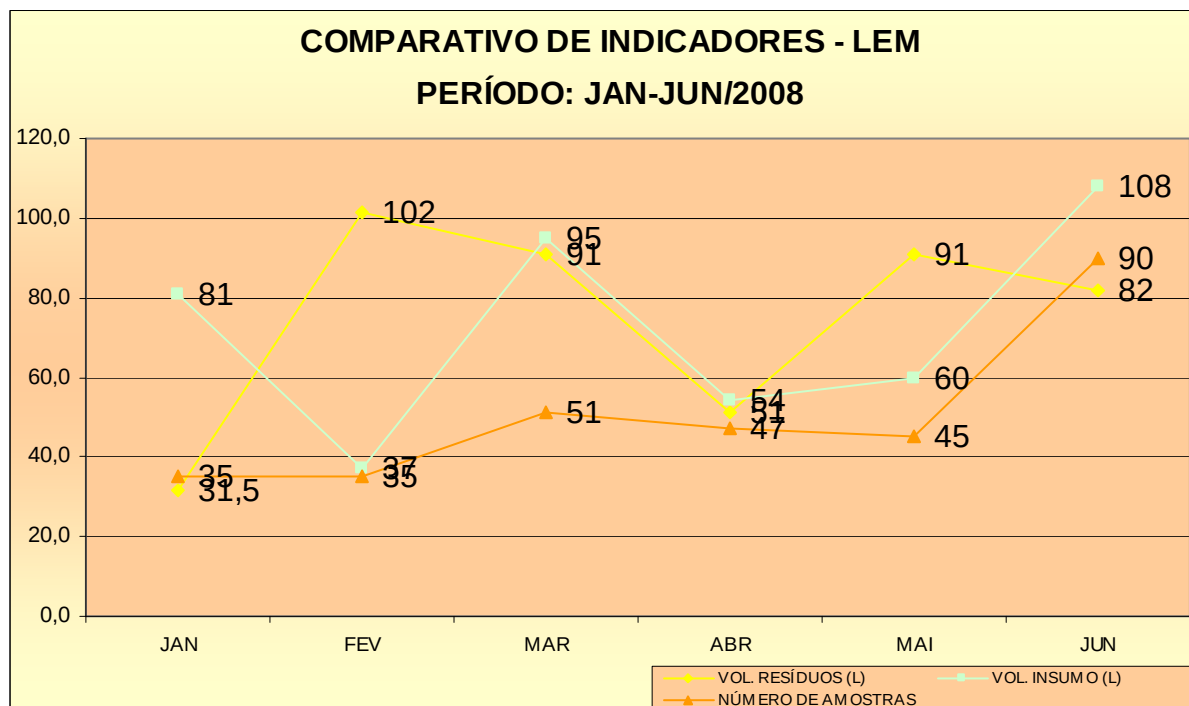


Quadro 29 – Gráfico de comparativo de indicadores do volume de resíduos gerados e número de amostras analisadas Org.: Fábio E. Penatti, maio, 2009.

Neste último comparativo, optamos por acrescentar o gráfico de áreas junto ao de linhas, para facilitar a comparação entre o volume total de resíduos gerados e a quantidade de amostras analisadas, tendo em vista que os valores do volume de insumos e número de amostras são semelhantes, e no gráfico de linhas as curvas se entrelaçam dificultando a análise do seu ritmo. O objetivo do traçado deste gráfico é de verificar se estes valores também seguem uma mesma tendência, tendo em vista que no quadro anterior, no LRD, os valores mensais eram relativos. Nesta análise, verificamos que no LAR, durante este período, os valores também seguem

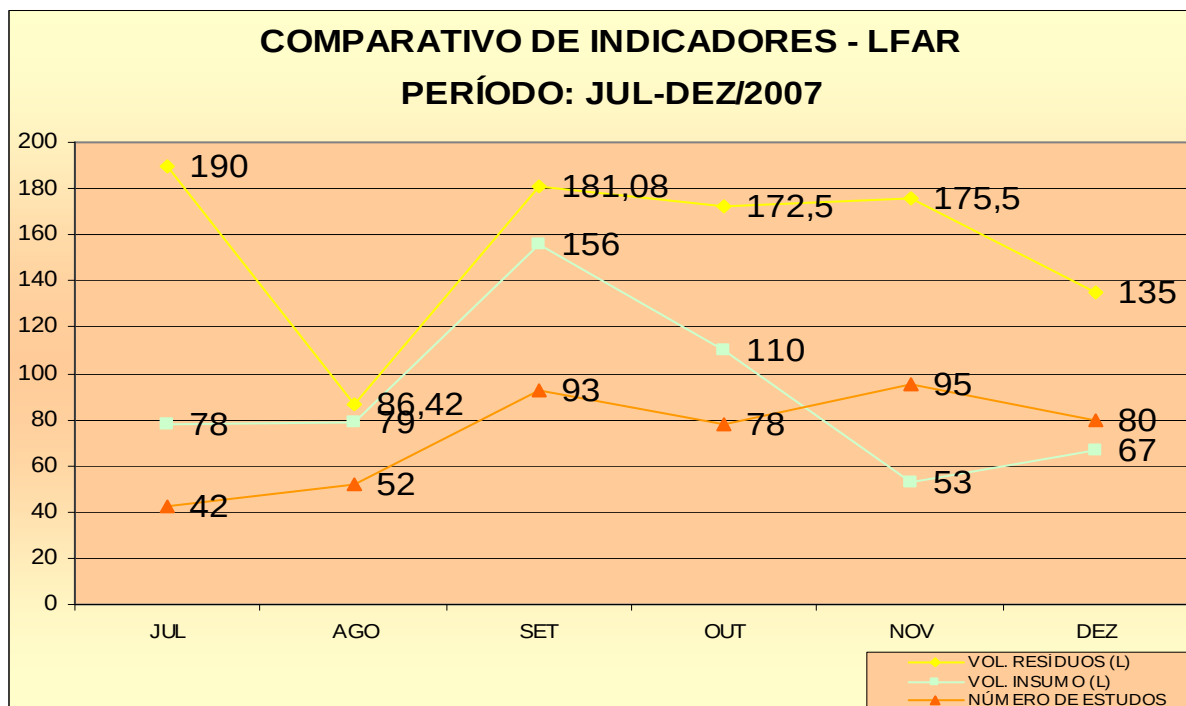
uma mesma tendência rítmica, porém, assim como no gráfico do quadro 28, as proporções são diferentes com relação aos valores dos dois grupos de dados, devido à mesma justificativa e complexidade da necessidade de insumos por amostra analisada.

A análise destes três gráficos, que mostram as tendências relativas aos 3 indicadores levantados pelo sistema de gerenciamento de resíduos, de uma forma específica, sendo analisados e comparados os dados separados em 2 grupos por análise, pode ser considerada como uma forma de confirmar pontualmente a tendência rítmica das curvas. Para estas análises individuais, levando em consideração os fatores do período avaliado e das características de análises desenvolvidas pelo setor, neste mesmo período, o ritmo das curvas segue uma mesma tendência e os valores dos dados levantados mensalmente são relativos. Pela análise, vemos que estas curvas, sendo as mesmas avaliadas com os três indicadores, em um mesmo gráfico, mas em outro período de levantamento dos dados e de outros setores, se desviam consideravelmente das tendências esperadas e previstas pelo sistema de gerenciamento e pela pesquisa. Os quadros abaixo possuem dois gráficos do comparativo entre os três indicadores, com o objetivo de detectar pontos ou situações que, potencialmente, podem ter ocorrido em relação aos desperdícios na utilização de insumos para a condução das análises.



Quadro 30 – Gráfico de comparativo de indicadores do volume de resíduos gerados, número de amostras analisadas e volume de insumos utilizados do LEM. Org.: Fábio E. Penatti, maio, 2009.

Neste primeiro quadro, para análise das tendências rítmicas das curvas dos três indicadores, observamos que ocorre um total descompasso no andamento da utilização de insumos, quantidade de amostras analisadas, com relação ao volume de resíduos gerados. Neste laboratório, especificamente, podemos verificar que existe uma oscilação na utilização de insumos mensais, ou seja, meses em que os volumes utilizados são altos e meses em que se reduz consideravelmente este volume, tendo conhecimento que o número de amostras analisadas manteve-se constante, e que somente no mês de junho a tendência foi relativa, ocorrendo um aumento nos dois grupos de dados. Este desvio pode ser justificado pelo fato do laboratório manter armazenado um grande volume de insumos, e devido às fontes dos dados de insumos serem os relatórios emitidos pelo departamento de compras, não pôde ser considerado o volume armazenado pelo laboratório no momento do tratamento dos dados. Portanto, devido a esta forma de trabalho conduzida no laboratório, não foi possível detectar as situações previstas para análise.



Quadro 31 – Gráfico de comparativo de indicadores do volume de resíduos gerados, número de amostras analisadas e volume de insumos utilizados do LFAR. Org.: Fábio E. Penatti, maio, 2009.

Neste segundo quadro, assim como no gráfico do quadro 30, também ocorre um descompasso na tendência das curvas, onde os valores dos dados dos três indicadores não se relacionam. Porém, diferentemente da realidade do laboratório anterior, o Laboratório de Fármacos (LFAR) possui um escopo grande de análises, ou seja, embora nem todas as análises necessitem de solventes orgânicos para a conclusão dos seus resultados, todos os estudos desenvolvidos pelas análises geram resíduos. Diferentemente dos outros laboratórios, que para a condução das análises necessitam utilizar solventes, a composição dos resíduos do LFAR não possui, em maior parte, solventes orgânicos. Portanto, observamos que nos meses de setembro, outubro e novembro a geração de resíduos manteve-se estável, com uma leve redução no mês de dezembro, sendo que o volume gasto de insumos teve uma representativa redução durante estes três meses, com um leve aumento no último mês, quando avaliamos os dados comparativos destes dois indicadores. Quando relacionamos o terceiro indicador da quantidade de estudos efetuados durante este período, verificamos que, tal como os outros indicadores, a curva não segue o mesmo ritmo previsto. Este fato evidencia que os grupos de dados do número de estudos conduzidos durante o período, os insumos utilizados e os resíduos gerados são independentes, não seguem uma mesma tendência e, assim

sendo, para a realidade dos processos analíticos deste laboratório também não é possível detectar pontos ou situações de desperdício.

Quando nos deparamos com este fato, em que existia uma previsão lógica das tendências das curvas, como foi relatado no final do capítulo 3, e uma comprovação na análise dos comparativos entre dois grupos de dados, onde as curvas traçadas seguiram uma mesma tendência, surge a questão: Por que não é possível detectar as situações de desperdício, quando os três indicadores são analisados conjuntamente, sendo que estas tendências foram comprovadas nos gráficos pertinentes anteriores?

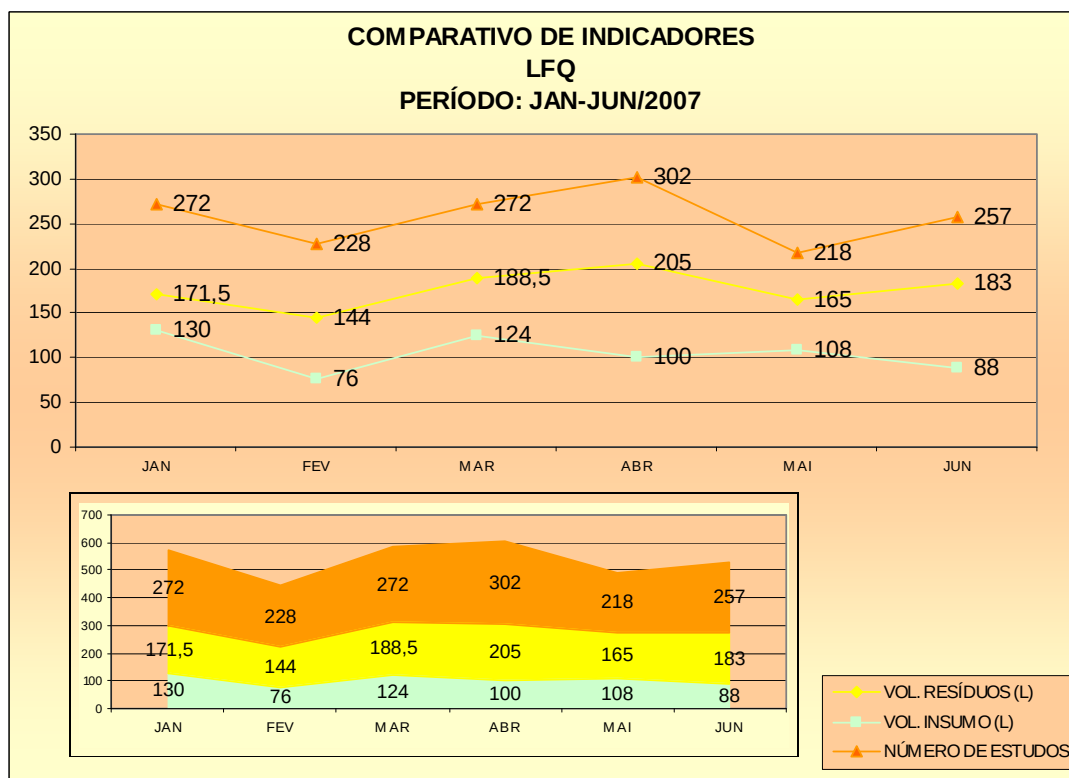
Como já explanamos em outras oportunidades, os serviços prestados em laboratórios analíticos da área química são complexos e utilizam, para a condução das análises e pesquisas, uma grande variedade de compostos químicos que, após o processo analítico, tornam-se resíduos sólidos e líquidos classificados como perigosos, de acordo com a ABNT (ABNT, 2004a). A dificuldade encontrada para provarmos a afirmação lógica de que o aumento ou a diminuição na condução das análises influenciam nos gastos de insumos para a sua execução e, conseqüentemente, uma maior geração de resíduos, não está somente na complexidade de uso dos insumos para as análises (produtos químicos). De acordo com as análises dos gráficos dos quadros 30 e 31, o fator exponencial que limita a tendência destas curvas é a complexidade das análises e pesquisas desenvolvidas, pois ao considerarmos que na maior parte das análises são utilizados solventes orgânicos como insumos principais, não significa que todas as análises os utilizam. Outro fator a ser explorado para justificar esta complexidade é o tempo de duração das análises, sendo que grande parte delas não são finalizadas no período de um mês. Desta forma, se estas análises ultrapassarem este período, elas não são contabilizadas nos levantamentos, mas continuam utilizando os insumos que são contabilizados, acarretando um consumo maior e uma maior geração de resíduos com relação à quantidade de análises desenvolvidas em um mesmo período de tempo.

Como este trabalho foi focado na análise dos dados levantados dos 5 laboratórios da DQM, encontramos um laboratório com características de análises com a utilização de insumos que se enquadram no modelo necessário para que as curvas dos 3 indicadores estudados sigam a tendência prevista, sendo os valores

dos dados relativos. Diferentemente das características dos demais laboratórios estudados, o Laboratório de Físico-Química (LFQ) trabalha:

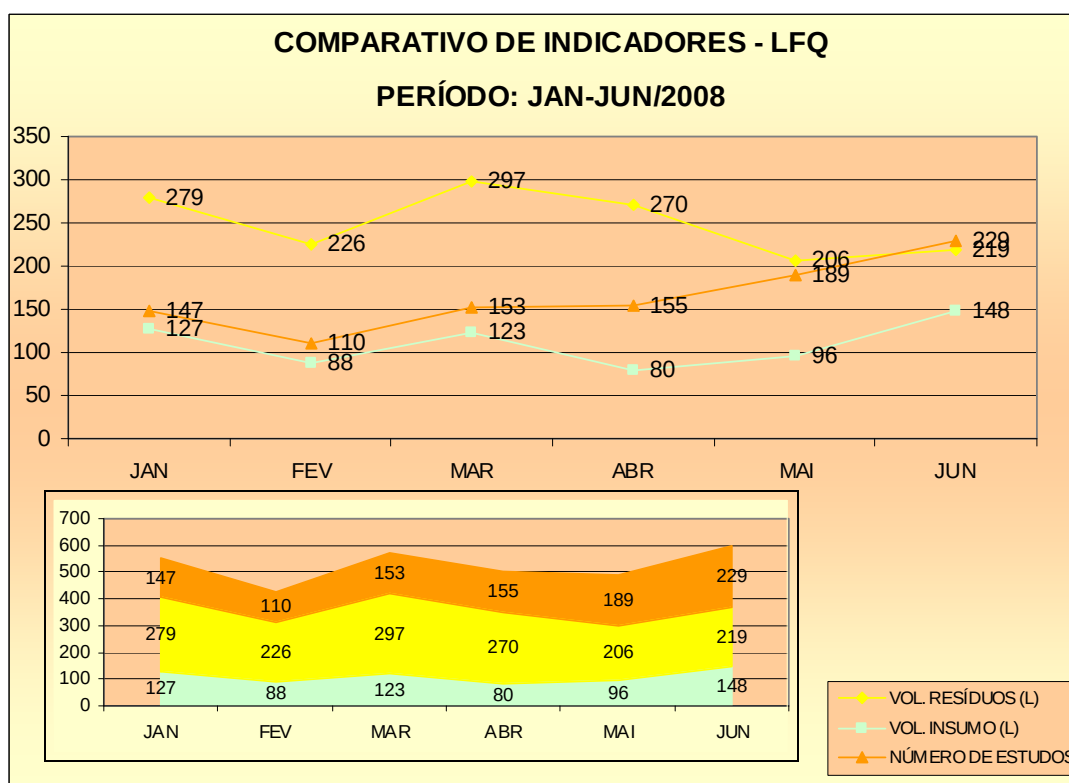
- Sem estocar produtos químicos, portanto o fluxo de utilização de insumos e de retiradas de materiais é relativo à frequência de trabalho, sendo o levantamento do volume de uso de insumos próximo à realidade;
- Os registros são efetuados com frequência, assim não ocorrem problemas dos dados não contemplarem a realidade do fluxo de descarte de resíduos;
- As análises efetuadas são de curta duração, ou seja, são concluídas em um período menor que 1 mês, não tendo problemas com relação a uma utilização maior de insumos do que o registro da quantidade das análises efetuadas neste mesmo período;

Portanto, este laboratório possui as características necessárias para que os valores dos indicadores estudados sejam relativos para seguir uma mesma tendência, onde podemos analisar as curvas dos indicadores com o objetivo de detectar os possíveis desperdícios durante os períodos estudados, de acordo com os quadros 32 e 33.



Quadro 32 – Gráfico de comparativo de indicadores do volume de resíduos gerados, número de amostras analisadas e volume de insumos utilizados do LFQ referente à JAN-JUN/2007.

Org.: Fábio E. Penatti, maio, 2009.



Quadro 33 – Gráfico de comparativo de indicadores do volume de resíduos gerados, número de amostras analisadas e volume de insumos utilizados do LFQ referente à JAN-JUN/2008.

Org.: Fábio E. Penatti, maio, 2009.

Ao analisarmos os dois quadros, conjuntamente, podemos verificar que não foram evidenciados valores mensais que indicassem situações de possíveis desperdícios. Portanto, podemos considerar que este laboratório utiliza seus insumos de forma eficiente. Porém, observamos que ocorrem, assim como nos demais gráficos analisados, diferenciações com relação às proporções dos valores do volume gasto de insumos com relação ao volume de resíduo gerado. Esta situação pode ser evidenciada nos meses de março, abril e maio de 2007, quando os valores de insumos decaíram entre os meses de março e abril, e os de resíduos subiram, e os valores de insumos subiram entre os meses de abril e maio e os de resíduos decaíram. Este fato se justifica pelo aumento de impurezas ou substâncias diferentes de solventes orgânicos no volume total dos resíduos gerados. Outro ponto também observado foi com relação às proporções do número de análises efetuadas, com relação ao uso de insumos e geração de resíduos. Nos dois gráficos ocorrem aumentos significativos do número de análises. Entretanto, as curvas de volume de insumos e geração de resíduos não seguem esta tendência. Diante deste fato, não podemos detectar nenhum ponto ou situação em que ocorreu um possível desperdício, pois o número de análises aumentou; caso diminuísse, esta consideração seria afirmativa. Mas, podemos justificar que as análises, neste laboratório, também utilizam uma grande diversidade de produtos químicos em suas análises, e assim é possível que estes subprodutos, não originados do uso de solventes orgânicos, se apresentem com um volume baixo nos frascos coletores de resíduos.

5.3 Conclusão

O meio ambiente, sendo o local onde vivemos, necessita, urgentemente, que todos se preocupem com a sua conservação. Existem muitas áreas de abrangência para a elaboração de técnicas de conservação, que vão desde áreas florestais, proteção de mananciais, até a área de controle de resíduos, como lixo doméstico, resíduo industrial, entre outros. O presente trabalho enfocou a sua principal temática no controle de resíduos industriais perigosos, porém, originados de outro setor econômico – laboratórios de análises e pesquisas da área química, ou seja, setor de prestação de serviços.

Como vimos, esta forma de controle ambiental, com o objetivo de reduzir as possibilidades de impactos negativos no meio ambiente, advindos da destinação de resíduos para tratamentos e deposição final, enfocou a conservação ambiental como principal justificativa para o desenvolvimento deste trabalho. Mas, para que este trabalho obtivesse os resultados esperados, foi necessária a adoção de várias técnicas de análise ambiental e a implementação de um sistema de controle que permeou desde a elaboração de um diagnóstico da situação atual, planejamento para a implementação das técnicas de controle ambiental, treinamentos visando capacitação, coleta, levantamento e tratamento de dados, até sugestões de melhorias.

O estudo de caso abordado neste trabalho englobou três pontos principais, que foram essenciais para a condução da pesquisa e a análise dos dados. O primeiro foi a política de qualidade adotada pela empresa, que facilitou o trabalho da coleta de dados, devido à empresa já possuir um hábito de registro rotineiro das suas atividades em um sistema de qualidade implementado, que controla a aplicação dos procedimentos organizacionais e técnicos pelos funcionários. O segundo ponto, e o mais importante, foi o envolvimento dos funcionários com o sistema de gerenciamento de resíduos, o qual somente foi possível pelo apoio da alta diretoria para a capacitação dos funcionários e a inclusão do controle da prática deste sistema ao sistema geral de qualidade da empresa. O terceiro ponto foi a facilidade de acesso aos dados necessários para análise e sugestões de melhorias para a redução da geração de resíduos e, conseqüentemente, a redução de impactos negativos ao meio ambiente ocasionados pelo envio dos resíduos para tratamento e disposição final, como incineração, co-processamento e aterramento.

Tendo como proposta principal a redução da geração de resíduos, influenciada pelo uso otimizado e sem desperdícios dos insumos (produtos químicos) nos laboratórios, o sistema de gerenciamento de resíduos da Bioagri Laboratórios (PGRBio) direcionou este princípio como fator essencial para que a empresa reduzisse o seu potencial de impacto negativo no meio ambiente. Com a aquisição das informações necessárias para o tratamento destes dados, foi possível analisá-los e sugerir alternativas para a redução da geração de resíduos. Dentre as sugestões, as principais foram:

- Inclusão de técnicas de tratamento *in loco*, visando à redução na geração e no volume de resíduos pelo próprio laboratório, como neutralizações e destilações;
- Planejamento de compras para a redução da geração de reagentes e produtos químicos vencidos, e não utilizados em sua totalidade;
- Uso de técnicas de análise em microescala na utilização de volumes de insumos proporcionalmente menores do que os eventuais;
- Estudo de tratamentos e destinações alternativas para os resíduos, como co-processamento e compostagem.

Deste modo, o PGRBio obteve alguns dos resultados esperados, somente não sendo possível a totalidade destes resultados pela complexidade dos serviços prestados pelos setores estudados e por não manter um padrão na utilização de insumos no tempo de duração das análises, fatores estes que não permitiram a análise dos pontos de desperdícios na maioria dos laboratórios.

Diante desta dificuldade em detectar os pontos ou situações passíveis de utilizações excedentes de insumos, acarretando em desperdícios, e uma geração também excedente de resíduos pelos laboratórios, sugerimos que, para futuras pesquisas nesta área da geografia ou nas demais áreas das ciências ambientais, a saída seria a inclusão da relação das características dos estudos com as fontes geradoras. Esta forma de coleta de dados teria como ponto principal o levantamento de todos os estudos e análises de acordo com as suas características de utilização de insumos, a separação das análises em grupos de características semelhantes e, para cada grupo, a codificação das fontes geradoras. Com esta técnica, e com o registro da fonte geradora no momento do descarte, nos períodos de levantamento dos dados referentes à geração de resíduos, ao contrário de relacionar os valores da quantidade de estudos efetuados com os outros indicadores sugeridos pelo sistema, seriam quantificadas as fontes geradoras, especialmente as que fornecem os insumos utilizados nas análises.

O sistema de qualidade geral da empresa não é automatizado. Portanto, todos os registros, assim como toda a rastreabilidade que evidencia a prestação dos serviços com o padrão de qualidade proposto pela Unidade de Garantia da

Qualidade (UGQ), de acordo com as normas aplicáveis, dependem do fator humano. Esta dependência obriga o sistema de qualidade a manter um programa paralelo de capacitação e conscientização profissional, anualmente. Da mesma forma, para que o sistema de gerenciamento continue sendo aplicado pelos funcionários, a comissão responsável pela coordenação do PGRBio (COMICICLA) acredita que somente com a sensibilização, conscientização e educação dos funcionários, através da aplicação de treinamentos periódicos, palestras e demais eventos, é possível atingir esta meta.

Uma das formas de trabalhar com a conscientização dos funcionários, frente à importância do gerenciamento de resíduos para a conservação ambiental, foi a aplicação de técnicas e estratégias de Educação Ambiental. Um dos principais objetivos da aplicação destas técnicas foi o de criar nos funcionários novos hábitos de uso do sistema, principalmente referentes aos registros de descartes. Para que este objetivo fosse atingido, foi preciso desenvolver ciclos de treinamentos intensivos, assim como atividades de Educação Ambiental, tais como palestras, campanhas e divulgação de documentários e notícias ambientais. Podemos tomar como exemplo a semana da SIPAT, que além da temática sobre aspectos da Segurança no Trabalho, envolveu ainda a realização de algumas palestras sobre temas ambientais, com enfoque na geração de resíduos e diminuição de desperdícios, por exemplo. Podemos considerar que, atualmente, os funcionários utilizam o sistema de gerenciamento, desde a segregação dos resíduos até os seus registros pertinentes, como uma extensão do próprio sistema geral de qualidade, sendo assim atingidas as metas deste objetivo secundário da pesquisa.

Neste capítulo, enfocamos todo o retrospecto das análises dos dados, efetuadas pelo sistema de gerenciamento de resíduos da Bioagri Laboratórios, com o objetivo de controlar os possíveis desperdícios causados pelo uso ineficiente dos produtos químicos, principalmente os solventes orgânicos. Através deste controle, verificamos que os riscos ocupacionais e ambientais podem ser reduzidos, assim como os seus potenciais impactos negativos no meio ambiente, ocasionando o desenvolvimento de uma técnica de conservação ambiental para este seguimento econômico de prestação de serviços, campo este que pode ser explorado com estudos mais detalhados e tratados interdisciplinarmente.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O gerenciamento de resíduos como instrumento do Sistema de Gestão Ambiental (SGA), implementado nos laboratórios da Divisão de Química (DQM) da empresa Bioagri Laboratórios, segundo os requisitos do regulamento técnico para o Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviço de Saúde (PGRSS) da Resolução da Diretoria Colegiada – RDC 306/04, foi uma ação pioneira entre os laboratórios privados deste mesmo seguimento. O sistema consistiu basicamente em estabelecer uma política administrativa para o controle ambiental, com relação aos riscos ambientais e ocupacionais que os produtos e resíduos químicos oferecem, criando uma padronização operacional para o seu manejo. Esta padronização foi documentada pela elaboração de procedimentos específicos e de um plano geral (PGRBio), visando a segurança dos profissionais envolvidos, assim como a conservação ambiental, tendo como seguimento as etapas básicas para o gerenciamento eficiente dos resíduos, tais como identificação, segregação, classificação, armazenamentos, tratamentos e destinações finais.

Devemos salientar também que o sucesso desta implementação somente foi possível devido à posição pró-ativa da alta direção da empresa, concretizada na forma de um total apoio durante o período de desenvolvimento do sistema, que se iniciou no ano de 2004. Além disso, desde o ano de 2000 a empresa possui a certificação de Boas Práticas Laboratoriais, acreditada pelo INMETRO, decorrente da avaliação inicial do Sistema de Qualidade Bioagri (SQB) por esta instituição, de acordo com a DICLA 028 e, posteriormente, alterada pela DICLA 035, em 2007.

Esta estrutura de qualidade facilitou a aplicação dos procedimentos de segurança referentes ao meio ambiente, relacionados ao sistema de gerenciamento, pelo fato dos funcionários já possuírem uma determinada orientação e familiaridade em efetuar os registros, além do compromisso em executar as suas atividades de acordo com as normas de qualidade.

Podemos considerar que o ponto chave para a continuidade do uso deste sistema foi a rotina de treinamentos e palestras sobre segurança e meio ambiente, desenvolvidas desde 2004. Nesta ocasião foram passados, periodicamente, para todos os funcionários envolvidos, os conteúdos dos procedimentos relativos ao sistema, assim como uma complementação através de palestras com temáticas relacionadas a riscos ambientais dos resíduos químicos, riscos ocupacionais de práticas com produtos químicos, programa de coleta seletiva, entre outras. Portanto, além de solidificar a implementação do sistema com estas práticas, a empresa também ficou em conformidade com a Lei Federal 9.795/99, que no seu art. 13 incentiva “a participação de empresas públicas e privadas no desenvolvimento de programas de educação ambiental em parceria com a escola, a universidade e as organizações não-governamentais.” (BRASIL, 1999), ao abrir espaço aos funcionários para a aquisição e assimilação de novos conhecimentos sobre a problemática ambiental contemporânea e a responsabilidade individual e social pertinente a estes aspectos.

A decisão de desenvolver um sistema como esse em uma empresa prestadora de serviço vai além da simples obrigação de seguir determinações de leis ambientais aplicáveis, levando em consideração que a quantidade gerada de resíduos é pequena para que esta prática seja cobrada com rigor pelos órgãos fiscalizadores governamentais. Entretanto, é uma ação consciente de quem acredita que somente por atitudes localizadas, mas em conjunto, é que a melhoria da qualidade ambiental pode ser percebida e sentida.

Como vimos, os recursos naturais estão sendo explorados em uma escala e volume superiores à capacidade de suporte dos vários ecossistemas, causando alterações significativas no equilíbrio dos processos ambientais e na interação dos seus elementos constituintes. A relação da produção industrial com o consumo humano faz aumentar a dependência do homem das matérias-prima fornecidas pela natureza. Esta dependência é considerada tendenciosa, pelo fato de alimentar o mercado financeiro mundial e manter o ciclo dos capitais, distanciando a

compreensão do homem de que as suas ações e a sua própria vida faz parte do mesmo mecanismo químico da crosta terrestre (PASQUAL, 1995).

Ao conceituarmos meio ambiente como um espaço de interação entre as diferentes necessidades de sobrevivência dos seres vivos com a matéria e a energia por ele fornecido, considera-se que além das necessidades fisiológicas do homem relacionadas aos recursos oferecidos, temos ainda o acréscimo das necessidades econômicas, tornando esta relação de dependência desequilibrada, ou seja, ocorre um excedente de perdas de matéria e energia, muito além do que o meio pode suportar sem causar mudanças. Para Junk (1995), quando utilizamos os recursos do meio ambiente, interferimos na capacidade de suporte de determinado ecossistema. Para o autor, a capacidade de um ecossistema relaciona-se à capacidade que ele tem de suportar, sustentadamente, uma população sob um dado sistema de produção, utilizando-se dos seus recursos naturais. Em relação a este suporte, existem fatores que influenciam diretamente na sustentabilidade das ações, a exemplo dos fatores econômicos, políticos, sociais, culturais e técnico-científicos, relacionados às sociedades humanas, e dos fatores naturais, tais como os climáticos, edáficos, geomorfológicos, flora e fauna, relacionados ao suporte do ecossistema. Portanto, quando o homem desequilibra um ecossistema, pela exploração irracional dos recursos naturais, contribui, simultaneamente, para um desenvolvimento econômico e tecnológico rápido, todavia, sem garantias de que estes recursos também serão usufruídos pelas gerações futuras. Diante desta consciência contemporânea de satisfação imediata e completa das necessidades humanas, a visão de sustentabilidade ambiental torna-se cada vez mais complexa, obscura e distante de ser colocada em prática.

Além dos problemas da utilização excessiva e desenfreada dos recursos naturais, existe ainda outro problema que também agride de forma direta e indireta estes mesmos recursos, tendo em vista que para o fortalecimento de estruturas do sistema financeiro mundial o consumo de bens materiais pela população é fator essencial. O problema aqui considerado é que o mesmo ambiente que oferece os recursos para esta produção serve também para deposição de toda a matéria que não foi utilizada ou que se tornou obsoleta, de todos os tipos de resíduos, incluindo aqueles que até mesmo não tiveram os devidos cuidados até o momento da sua utilização, como o seu tratamento específico. Ao nos atermos a este último item, podemos incluir a deposição direta de resíduos industriais em corpos de água

superficial e subterrânea e nos solos, emissões atmosféricas altamente tóxicas, acidentes ambientais e descarte de resíduos sólidos em locais sem sistema de controle de contenção. Os resíduos de laboratórios, por serem dotados de compostos perigosos, também estão sujeitos a causar danos ao meio ambiente se não forem controlados através de um sistema de gestão específico.

As substâncias químicas perigosas estão presentes na rotina de trabalho de qualquer laboratório de análises químicas. O principal problema que pode ser encontrado é a inexistência de uma política específica de meio ambiente, que englobe a elaboração de normas para o manuseio seguro destas substâncias no momento das análises, assim como o manuseio dos resíduos gerados até a sua destinação final. A falta destas normas ou procedimentos faz aumentar os riscos deste manuseio para as pessoas envolvidas. Desta forma, dependendo do volume de trabalho de determinado laboratório, do grau tóxico das substâncias utilizadas, da quantidade armazenada de resíduos e da sua destinação final, esta categoria de serviço pode contribuir substancialmente para as mudanças ambientais contemporâneas, caso não possua sistema de controle dos seus aspectos ambientais significativos.

Mudanças ambientais ocorrem diariamente. Tais mudanças podem ser de características naturais, como aquelas causadas por eventos naturais, tais como terremotos, furacão ou tempestades, mas o que observamos em maior escala e frequência são as mudanças de características antropogênicas. Segundo Christofolletti (1995), estas mudanças são transformações que ocorrem na superfície terrestre, e suas características qualitativas e quantitativas podem ser estudadas por estudos inter e multidisciplinares. No caso da geografia, uma das suas linhas de pesquisa é a análise das organizações espaciais. Diante da grande variação das transformações ambientais, principalmente por se tratar de alterações onde seus elementos se encontram em processos interativos contínuos, é necessária a interconexão interdisciplinar das áreas de pesquisa (CHRISTOFOLLETTI, 1995).

Diante das emergentes necessidades e da complexidade dos estudos sobre as mudanças ambientais, a gestão ambiental com enfoque no gerenciamento de resíduos, desenvolvida neste estudo de caso, trabalhou interdisciplinarmente com três áreas – a química, a gestão ambiental e a geografia (devido ao seu caráter analítico de observação e organização do espaço local trabalhado). No estudo desenvolvido e no sistema de gerenciamento aplicado, não enfocamos a mudança

ambiental propriamente, mas sim o desenvolvimento de sistemas para prevenção destas mudanças, em especial no sentido da aplicabilidade de medidas preventivas relacionadas aos efeitos dos impactos ambientais adversos, causadores potenciais e efetivos de mudanças que atingem a sociedade e os ecossistemas naturais e construídos.

Tratando-se de mudanças ambientais, segundo uma publicação internacional da *United Nations Environment Programme* (UNEP) sobre vulnerabilidade e ambiente, os acidentes ambientais são considerados como uma convergência dos perigos das circunstâncias que são vulneráveis, acarretando desastres que revelam a fragilidade dos problemas sociais, políticos e ambientais locais (UNEP, 2007). Nestes casos, a gestão ambiental destes ecossistemas vulneráveis é essencial como caráter preventivo, mas também para o desenvolvimento das medidas de remediação direcionadas às populações humanas afetadas. Todos os locais estão expostos direta ou indiretamente às alterações ambientais, sejam estas naturais ou sociais. Muitas destas alterações são imperceptíveis diretamente, mas somente com o tempo é que seus efeitos podem ser sentidos, como o desenvolvimento de uma doença específica, alterações da temperatura, aumento ou redução de chuvas, estiagens severas, mudanças climáticas etc. Diante da complexidade das causas das transformações ambientais e das suas consequências, algumas ações podem ser tomadas para reduzir os riscos ambientais, a exemplo da elaboração de critérios regulatórios para os riscos ambientais, da valoração e proteção dos ecossistemas, do desenvolvimento de tecnologias de conservação ambiental, do planejamento ambiental integrado e participativo abrangendo as áreas de riscos e de ocorrência de desastres ambientais, criação de funções, como a de gerentes ambientais para o efetivo gerenciamento de riscos e desastres, entre outras. Deste modo, a gestão ambiental é considerada essencial para o controle dos riscos ambientais e para a prevenção, redução e mitigação dos impactos decorrentes de desastres, consideradas as vulnerabilidades naturais e sociais.

As contribuições da gestão ambiental se expandem e vão além dos controles preventivos e das medidas de remediação. Os SGAs podem ser aplicados a escalas espaciais variáveis como áreas rurais e urbanas, bairros mais expostos a situações de riscos específicos, distritos industriais, empresas e outras instituições. Ao se tratar deste sistema, aplicado localmente em organizações empresariais ou institucionais, podemos considerar que esta ação tomada é voltada para adoção de

uma série de medidas preventivas, com o objetivo de evitar determinadas situações que impactam negativamente o meio ambiente. Por se tratar de uma organização, o objetivo se complementa visando a redução de despesas financeiras voltadas às remediações, multas, infrações etc. Este caráter preventivo do SGA possui uma ligação direta com dois princípios da *Declaração do Rio de Janeiro sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável*. Ao analisarmos o princípio 15¹, que trata das medidas para proteção do meio ambiente, com princípios de precaução e investimentos para prevenir a degradação ambiental, o SGA, de acordo com os critérios da NBR/ISO 14001, contribui para a prevenção dos impactos negativos dos aspectos ambientais significativos de uma empresa. Com relação ao princípio 16² desta Declaração, dependendo do grau de abrangência do sistema, e do detalhamento dos aspectos ambientais da organização, o SGA pode desenvolver mecanismos que previnam os impactos ambientais negativos da área atingida por estes aspectos e até o descarte do produto final, como as embalagens, ou quando se tornam obsoletos (CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1992a).

1- Princípio 15 - Com o fim de proteger o meio ambiente, o princípio da precaução deverá ser amplamente observado pelos Estados, de acordo com suas capacidades. Quando houver ameaça de danos graves ou irreversíveis, a ausência de certeza científica absoluta não será utilizada como razão para o adiamento de medidas economicamente viáveis para prevenir a degradação ambiental.

2- Princípio 16- As autoridades nacionais devem procurar promover a internacionalização dos custos ambientais e o uso de instrumentos econômicos, tendo em vista a abordagem segundo a qual o poluidor deve, em princípio, arcar com o custo da poluição, com a devida atenção ao interesse público e sem provocar distorções no comércio e nos investimentos internacionais.

Como já explanamos anteriormente, a rotina diária de trabalho em laboratórios de análises químicas expõe os funcionários à manipulação de substâncias tóxicas e perigosas. O SGA enfocado no gerenciamento dos resíduos gerados após estas manipulações, e com a prática dos princípios deste sistema, previne a exposição dos funcionários aos riscos ocupacionais destas substâncias, assim como controla os riscos ambientais causados pelo transporte, armazenamento e destinação final, por se tratar de resíduos perigosos. Estas medidas tomadas por empresas e laboratórios conscientizados da problemática relacionada às suas atividades seguem as recomendações do capítulo 20 da

Agenda 21, que determina aos países que assinaram este acordo a cobrança pela implementação do gerenciamento ambiental dos resíduos perigosos das organizações públicas e privadas, incluindo todas as etapas necessárias (CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1992b). As etapas recomendadas por este capítulo são adotadas no sistema de qualidade da Bioagri Laboratórios, objeto de nosso estudo, como controle da geração, armazenamento, tratamento, normas de segurança para os riscos ocupacionais etc., além da prevenção da geração, que é efetuada pelo sistema de coleta e tratamento dos dados, como explanado no capítulo 5 deste trabalho.

Outro acordo internacional relacionado às necessidades de controle de resíduos perigosos, ao qual se aplicam as atividades laboratoriais, é a “*Convenção da Basileia e Controle de Movimentos Transfronteiriços de Resíduos Perigosos e a sua Eliminação*” (CONVENÇÃO DA BASILEIA E CONTROLE DE MOVIMENTOS TRANSFRONTEIRIÇOS DE RESÍDUOS PERIGOSOS E SUA ELIMINAÇÃO, 1989). Este acordo prevê basicamente a padronização normativa das ações relacionadas ao transporte de importação e exportação de resíduos perigosos. O que observamos, atualmente, é o desenvolvimento de tecnologias aplicadas a tratamentos e reutilizações de resíduos. Os resíduos industriais, em sua grande maioria, são considerados perigosos, diante das suas composições tóxicas. Por este fato, muitas empresas especializadas em destinação final comercializam estes resíduos para o seu tratamento e/ou reutilização.

No caso dos resíduos líquidos gerados nos laboratórios da DQM, por possuírem em sua composição um alto teor de solventes orgânicos, são classificados como resíduos inflamáveis, podendo ser co-processados e reutilizados como combustíveis industriais. Além deste fato, existem muitos outros resíduos que não possuem nenhuma técnica para o seu tratamento, devido ao seu grau de toxicidade. Estes resíduos devem receber uma atenção especial em seu transporte, pois a sua única destinação é o armazenamento permanente ou aterramento em empresas específicas licenciadas, sendo que no cenário do comércio internacional muitos países oferecem estes serviços. A Convenção da Basileia determina, em suas obrigações gerais, que a produção de resíduos perigosos deve ser reduzida ao máximo, o que pode ser cumprido pelo envio de algumas categorias de resíduos para co-processamento ou incineração. Outra determinação é que, pelas técnicas

adotadas, a geração de resíduos seja reduzida e a saúde humana, juntamente com o meio ambiente, seja protegida (CONVENÇÃO DA BASILEIA E CONTROLE DE MOVIMENTOS TRANSFRONTEIRIÇOS DE RESÍDUOS PERIGOSOS E SUA ELIMINAÇÃO, 1989). Dentre os resíduos definidos nesta convenção, e que possuem as mesmas características dos gerados nos laboratórios estudados, estão:

- Resíduos resultantes da produção, preparação e utilização de solventes orgânicos;
- Solventes orgânicos halogenados;
- Solventes orgânicos não halogenados;
- Soluções ácidas ou ácidos sob forma sólida;
- Soluções básicas ou bases sob forma sólida. (CONVENÇÃO DA BASILEIA E CONTROLE DE MOVIMENTOS TRANSFRONTEIRIÇOS DE RESÍDUOS PERIGOSOS E SUA ELIMINAÇÃO, 1989, anexo 1).

Com relação aos riscos dos produtos químicos e dos resíduos manuseados nos ambientes laboratoriais, a legislação brasileira não possui normas específicas e detalhadas para as diretrizes das ações. Devido a esta fragilidade, empresas e instituições que oferecem este tipo de serviço devem seguir recomendações de relatórios de convenções internacionais sobre esta temática. No ano de 2006, em Dubai, nos Emirados Árabes, ocorreu a “*Conferência Internacional para o Gerenciamento de Produtos Químicos*” (*International Conference of Chemical Management – ICCM*), que estabeleceu um plano estratégico para a utilização e eliminação das substâncias químicas, chamado *Strategic Approach to International Chemical Management – SAICM* (Plano Estratégico para o Gerenciamento Internacional de Produtos Químicos). Este relatório prevê desde as recomendações para a o manuseio seguro das substâncias químicas até a sua eliminação. Dentre as recomendações deste plano, o gerenciamento de resíduos dos laboratórios toma como meta a redução gradual do uso de substâncias muito tóxicas, a opção da utilização de produtos que possuam formas de tratamentos para reduzir significativamente as suas cargas tóxicas poluentes e a redução progressiva dos resíduos diretamente na fonte consubstanciada pelo trabalho de coletas e tratamentos dos indicadores referentes à sua geração (INTERNATIONAL CONFERENCE ON CHEMICALS MANAGEMENT, 2006).

Na continuidade das discussões internacionais sobre gerenciamento de produtos químicos, em maio de 2009 ocorreu a segunda sessão da ICCM, em Genebra, na Suíça. Em resposta a esta sessão e fundamentada nos mesmo princípios, ainda em maio de 2009, em São Paulo, Brasil, ocorreu a *Conferência*

Internacional Sobre Gestão Segura e Saudável dos Produtos Químicos. Nesta conferência foi discutida a promulgação de uma carta com os princípios e diretrizes gerais da SAICM, aplicáveis para os países da América do Sul participantes da conferência de Dubai, em 2006, mais precisamente Brasil, Uruguai e Chile (CONFERÊNCIA INTERNACIONAL SOBRE GESTÃO SEGURA E SAUDÁVEL DOS PRODUTOS QUÍMICOS, 2009).

Com base nas necessidades atuais, os princípios, políticas e diretrizes gerais identificadas, e que se colocadas em prática poderão delinear as ações relacionadas ao controle ambiental e segurança ocupacional dos riscos químicos em laboratórios, são:

- a necessidade de uma Política Nacional de Segurança Química – PNSQ, que defina objetivos, responsáveis, atribuições, cronograma das ações etc.; essa deve ser uma política de Estado, não de governo, que preveja inclusive o fortalecimento das instituições encarregadas da implantação dessa política;
- a necessidade de criação de uma Agência Nacional para a Gestão da Segurança Química no País, com o objetivo de unificar e potencializar a capacidade do Estado brasileiro nesse tema;
- a necessidade de uma abordagem que contemple as Pequenas e Médias Empresas devido à dificuldade das mesmas em desenvolver capacidades para a gestão segura e saudável dos produtos químicos (CONFERÊNCIA INTERNACIONAL SOBRE GESTÃO SEGURA E SAUDÁVEL DOS PRODUTOS QUÍMICOS, 2009, p.4-5)

Para a comunidade nacional de gestão da qualidade, existe uma grande expectativa em decorrência das ações a serem tomadas de acordo com os princípios e diretrizes desta conferência. Esta expectativa é gerada pelo fato do Brasil não possuir leis, normas ou resoluções específicas para os riscos que envolvem as atividades com produtos químicos. Acreditamos que, além das mudanças das normas internas relacionadas à gestão ambiental e segurança ocupacional, poderá existir uma maior cobrança e fiscalização destas ações pelos órgãos governamentais, como a CETESB, INMETRO, MMA, MTO, entre outros. Além da padronização destas normas internas, existe a possibilidade destas políticas beneficiarem o próprio bem-estar social e as condições de saúde e segurança dos funcionários expostos a estes riscos, em suas rotinas de trabalho.

Com o lançamento da publicação internacional sobre responsabilidade corporativa – *Responsible Care Global Carter* –, as indústrias químicas padronizaram as suas ações relacionadas ao controle da saúde ocupacional dos

funcionários expostos aos riscos das suas atividades de trabalho (RESPONSIBLE CARE, 2008). No caso das indústrias químicas, esta padronização é baseada nos princípios desta publicação, como a melhoria contínua do desempenho das tecnologias voltadas ao meio ambiente, saúde e segurança, a fim de evitar danos ambientais e à população humana, com a aplicação eficiente dos recursos, a fim de reduzir a geração de resíduos. Para avaliar a aplicação destes princípios pelas indústrias é recomendada a sistematização de uma coleta de informações para o estabelecimento de indicadores relacionados à segurança, como número de acidentes; número de fatalidades; danos ao meio ambiente, tais como volume de emissões atmosféricas, quantidade de resíduos sólidos etc; recursos necessários para a produção, como consumo de energia e água, entre outros (RESPONSIBLE CARE, 2008). Anualmente, o comitê responsável por esta publicação elabora um relatório contendo os dados gerais e as análises destes indicadores. Podemos relacionar estas medidas tomadas pelas indústrias químicas que adotaram estas recomendações com o trabalho desenvolvido pelo gerenciamento de resíduos dos laboratórios da DQM, por estes possuírem um sistema padronizado de coleta de dados e análise periódica destes indicadores para tomada de ações específicas, como foi exposto no capítulo 5.

Além da relação do gerenciamento de resíduos de laboratórios com os critérios de implementação do SGA, consideramos que esta atividade também está relacionada às práticas de *Produção Mais Limpa (P+L)*, devido ao seu caráter preventivo dos impactos ambientais adversos potencialmente mais significativos, assim como de controle ambiental, pelo sistema de monitoramento da quantidade de geração de resíduos. De acordo com a publicação do Governo do Estado de São Paulo, sobre as recomendações do PNUMA para o consumo sustentável e produção mais limpa para a América Latina, a P+L aplica-se aos processos produtivos, produtos, mas também aos serviços, sendo considerada como a prática de “uma estratégia ambiental preventiva integrada aos processos, produtos e serviços para aumentar a ecoeficiência e reduzir os riscos ao homem e ao meio ambiente.” (SÃO PAULO, 2005, p.7). No caso dos laboratórios de análises químicas, a produção é intrínseca aos serviços prestados e à produção de dados analíticos, portanto, os mesmos princípios adotados pelas indústrias para esta prática também podem ser adotados por este seguimento. Com relação às atividades específicas para a P+L, o gerenciamento de resíduos também as utiliza como base das suas práticas. Dentre

elas estão o uso eficiente da água e energia, efetuada pelo monitoramento do consumo de insumos utilizados nas análises, e a minimização da geração de resíduos, através da sistematização da coleta de dados (SÃO PAULO, 2005).

Diante de todos estes avanços para a contenção dos impactos ambientais causados pelas indústrias, consideramos que a produção de bens de consumo para atender às necessidades de um crescimento populacional em ascensão é o principal fenômeno que condiciona vários dos principais efeitos pertinentes à degradação progressiva do meio ambiente, da sua exaustão, e até mesmo a extinção de muitos recursos naturais. Desta forma, é necessária a disseminação de conhecimentos e informações para a população, para que esta compreenda melhor as relações de interdependência entre a sociedade e a natureza, desenvolvendo uma nova mentalidade para a consciência ecológica e a percepção ambiental dos múltiplos cenários econômicos, sociais e culturais, bem como das diferentes realidades da paisagem geográfica, vivenciadas pelos distintos segmentos da população, em imbricadas interações (GUIMARÃES, 2005; 2007). De acordo com os retrospectos da relação da sociedade com a natureza, a UNESCO (1973), em seu programa sobre o homem e a biosfera (*Programme on Man and the Biosphere – MAB*), declarou que os riscos apresentados pelas interferências antrópicas nas paisagens são minimizados ou intensificados dependendo da própria rotina e dos ciclos das diferentes atividades das sociedades humanas, principalmente daqueles relacionados às condições econômicas, políticas e de produção industrial, e as suas pressões diretas e indiretas decorrentes, conhecidas também como *man-made hazards*.

As alterações antropogênicas da paisagem natural são um dos principais fatores que podem levar ou não as populações à percepção dos riscos e perigos muitas vezes causados pelos seus próprios modos de vida, e que sob certos aspectos determinam uma valoração ambiental ligada a valores de uso, de mercadoria, sem preocupações simultâneas com valores de herança, opção, conveniência, com os valores ambientais intrínsecos, por exemplo. Para a percepção destes cenários ambientais, é necessário apresentar à sociedade, primeiramente, um conhecimento sobre as funções básicas do sistema Terra, relacionadas com os níveis de interação das atividades humanas, como a produção, o consumo, a disposição de resíduos e a comunicação etc. (UNESCO, 1973). Portanto, no panorama das interações da sociedade com a natureza, o homem deve

se conscientizar que os resultados de suas ações impactam direta e indiretamente as áreas onde habita, convive e coexiste, ou seja, um mesmo sistema de interações e trocas de energia e matéria (DUBOS, 1974; MORAIS, 1993). Para a UNESCO (1973), esta ação do homem que agride com severidade estes ambientes, levando-os à exposição de situações de perigo, somente pode ser retraída com um maior comprometimento das políticas governamentais e públicas, produção técnico-científica, assim como a difusão destas informações através dos grandes veículos de informação, tais como o rádio e a televisão.

De acordo com as recomendações sobre percepção da qualidade ambiental do Programa Homem e Biosfera (MAB) da UNESCO, este estudo enfocou, além da implementação de um sistema de gerenciamento ambiental neste ramo de atividade, a educação ambiental dos funcionários, para que o sistema fosse colocado em prática mediante o reconhecimento da importância do significado do gerenciamento de resíduos para a conservação ambiental. Neste trabalho de disseminação de informações, foi necessário sensibilizar e motivar os funcionários no sentido de conscientizá-los de que suas próprias ações estariam contribuindo diretamente para a conservação ambiental, não somente nas dependências da empresa, mas também nas suas casas e comunidades. Desta forma, as atividades do PEA abordaram os seus princípios básicos para a conscientização dos funcionários, como considerar os aspectos naturais e culturais, a construção de um processo educativo e permanente, aplicando um enfoque interdisciplinar em uma perspectiva global e equilibrada na difusão das informações, a persistência de argumentos visando a necessidade de cooperação local para prevenir e resolver problemas, além de mostrar os sintomas e causas reais dos problemas ambientais (SÃO PAULO, 2005). Consideramos que este trabalho de EA para os funcionários foi de suma importância para a aplicação e continuidade do sistema, devido às atividades desta produção empresarial dependerem, diretamente, da ação e do conhecimento humano.

Como resultado deste programa que foi iniciado no ano de 2004 com o desenvolvimento de várias atividades, como palestras, treinamentos, oficinas, seminários, dinâmicas de grupo, entre outras, podemos considerar que um novo modo de percepção ambiental foi introduzido na rotina dos funcionários. Estas novas atitudes pró-ambientais dos funcionários foram avaliadas no ano de 2006 com a aplicação de um questionário, cujo objetivo foi verificar como os funcionários estavam utilizando o Programa de Coleta Seletiva, iniciado pelo PEA nas

dependências da empresa, e se esta ação estava sendo levada para dentro de suas casas. Assim, foi aplicado um questionário a 75 funcionários dos 200 que a empresa possui, selecionados previamente através da técnica de sorteio, para manter o caráter impessoal da pesquisa (CERVO; BERVIAN, 1983). Com base na apresentação das respostas às perguntas, pôde-se constatar que 96% dos funcionários que participaram do questionário responderam que praticam a separação seletiva do lixo dentro da empresa, evidenciando um alto grau de popularidade do programa. Quando perguntado se existia alguma dificuldade em realizá-la, 27% responderam que não separavam o lixo por falta de coletores, 25% por falta de hábitos e 20% por falta de espaço para dispor corretamente o coletor. A pergunta central que avaliou se os funcionários aplicavam o hábito da separação do lixo também dentro de suas casas constatou que 56% adquiriram este hábito, e, dos 46% que não aplicaram, 29% se justificaram afirmando não ter tempo para esta separação, 24% por falta de espaço para dispor os coletores e 22% por não possuírem coleta externa para os materiais (BIOAGRI LABORATÓRIOS, 2006b). Com estes resultados, e também analisando o retrospecto deste trabalho até o momento atual, podemos afirmar que os funcionários da empresa estão conscientizados de que as suas ações diárias para a conservação ambiental podem-se unir em um conjunto maior de ações para uma contribuição coletiva, que busca a redução das mudanças ambientais causadas diretamente pelas ações humanas.

Como já vimos no capítulo 1, a conservação ambiental significa economia e segurança para com os recursos da natureza e a luta contra a degradação das paisagens, compreendendo tudo o que nasce por um sentimento de unidade (FUNDAÇÃO BRASILEIRA PARA A CONSERVAÇÃO DA NATUREZA, 1976). Com este conceito, reconhecemos que o desenvolvimento de SGAs em organizações empresariais colabora diretamente para a conservação ambiental, devido ao seu caráter preventivo das ações tomadas, com o objetivo de reduzir ou eliminar os impactos ambientais negativos que atingem direta e indiretamente os elementos constitutivos do meio ambiente, abarcando as dimensões naturais, sociais e psicológicas. Deste modo, na Bioagri Laboratórios procuramos interligar a necessidade da implantação do gerenciamento de resíduos, exigido pelos órgãos do governo, com a importância de se desenvolver um trabalho de sensibilização e conscientização entre os funcionários. Os novos conhecimentos e informações difundidos por este trabalho, mais as ações efetivadas pelo PEA, levaram a um novo

grau de compreensão e à consequente atribuição de valores, pelos funcionários, aos problemas ambientais apresentados por este programa.

Com o PEA, os funcionários apresentaram novas atitudes pró-ambientais, refletidas nas condutas de atuação com relação ao descarte de resíduos. Como observamos, os conhecimentos e informações disseminados e apreendidos mostraram que estas novas atitudes e ações trouxeram outros benefícios, além da conservação ambiental, a exemplo de uma melhoria na própria qualidade ambiental e, conseqüentemente, na qualidade de vida individual e coletiva dos funcionários. Nesta perspectiva, a qualidade ambiental está diretamente relacionada aos processos de valoração objetivos e subjetivos, concernentes ao meio ambiente como um todo, ou a um elemento natural ou construído específico, e à disposição pró-ativa do desenvolvimento de comportamentos pró-ambientais por parte dos funcionários e diretoria de uma dada empresa, diante da implementação e continuidade de um SGA. Desta forma, de acordo com Guimarães (2007, p. 27), o meio ambiente, experienciado “em seu conjunto, ou mediante alguns dos seus elementos e recursos componentes, pode ser valorado tanto sob o ponto de vista dos valores materiais, pragmáticos, quanto éticos, morais, existenciais, estéticos”.

Ainda sobre a preocupação ambiental pertinente aos valores atribuídos aos bens ambientais, Norton (1997, p. 253-254), analisa alguns pontos nos quais o meio ambiente é valorado como mercadoria e como conveniência, além do valor moral, afirmando que temos que considerar “os problemas decorrentes da irreversibilidade de opções em muitos dos casos, da tomada de decisões no presente, sob condições incertas e o risco do desconhecimento, de todas as variáveis envolvidas e inter-relacionadas nos diversos casos”. (GUIMARÃES, 2007, p. 28).

A valoração ambiental também é considerada pelas visões e conceitos de desenvolvimento sustentável, sociedades sustentáveis e formas de uso sustentado dos recursos ambientais e naturais, sendo que as condições de acesso e de direito de uso devem ser mantidas, sem exclusões de qualquer natureza, sejam estas em razão da escassez dos estoques ou pelas condições socioeconômicas e políticas, visando às necessidades presentes e futuras, através de formas de uso mais conscientes, evitando desperdícios, em conformidade com a disponibilidade e oferta dos recursos e “a previsão dos possíveis cenários de mudanças decorrentes dessas conjunturas”. (EHRENFELD, 1997; RANDALL, 1997; GUIMARÃES, 2007, p. 30).

A respeito da valoração ambiental, Moura (2000) considera ainda a aplicação de técnicas de reciclagem, recuperação, ou até mesmo a substituição de alguns recursos naturais por outras alternativas. Diante destas considerações sobre as formas de valoração ambiental e proteção dos recursos ambientais naturais e construídos, podemos tomar como exemplo de prática de uso sustentável dos recursos nas empresas, as recomendações e diretrizes sobre os impactos e riscos do descarte diretamente no solo e corpos d'água, ou no sistema central de escoamento de efluentes dos resíduos líquidos gerados pelas atividades laboratoriais.

Nos diferentes contextos e abordagens dos estudos geográficos sobre o meio ambiente, a valoração ambiental, associada à percepção da importância do uso sustentável e sustentado dos recursos ambientais, é um aspecto relevante a ser trabalhado, devido ao seu caráter sistêmico, integrador e interdisciplinar na observação dos fenômenos espaciais estudados. A complexidade dos processos físicos mostra as interações entre as estruturas naturais e sociais que influenciam na desigualdade de acesso e de uso dos recursos naturais, assim como os espaços impactados por este acesso e uso, impactos estes sentidos e vivenciados de forma desigual pelas populações humanas, em função de suas vulnerabilidades ambientais, que exigem alternativas visando à resolução dos problemas e conflitos encontrados (GUIMARÃES, 2007; CUNHA; GUERRA, 2008).

De acordo com a presente pesquisa sobre gerenciamento de resíduos em uma empresa prestadora de serviços, podemos tomar como exemplo a abordagem sistêmica para a observação dos problemas pertinentes aos resíduos laboratoriais, caso não fossem controlados de acordo com as normas legais sobre gestão ambiental, entre outras técnicas aplicadas para a contenção dos seus possíveis impactos negativos sobre o meio ambiente. Outra linha de pesquisa que tomamos como exemplo, e que pode ser utilizada para estudos geográficos sobre riscos e desastres ambientais, é a da toxicologia ambiental. Landis e Yu (1999) consideram que este tema e suas implicações devem ser abordados de maneira interdisciplinar, tanto por químicos, biólogos, geneticistas, ecólogos, como por outros profissionais interessados nas ciências ambientais, nas quais os geógrafos também atuam.

A semelhança com os estudos geográficos está no fato de que a toxicologia química abrange o estudo dos riscos ecológicos e suas consequências, realizado em etapas semelhantes àsquelas aplicadas em um SGA respectivo ao gerenciamento

de resíduos, desde o seu diagnóstico até o prognóstico, abrangendo estágios que compreendem desde a formulação do problema, as análises das características de exposição e efeitos ecológicos, a caracterização do risco e suas vulnerabilidades e, finalmente, o seu controle. Assim, com a combinação da toxicologia ambiental e da geografia, o gerenciamento de resíduos dos laboratórios estudados enfatizou os possíveis problemas das substâncias químicas em seu ambiente de trabalho e a importância do seu gerenciamento para o controle da geração dos riscos e impactos adversos ao meio ambiente, considerando seus espaços de entorno, raios de influência/interferência e contato imediato ou não.

Finalmente, podemos considerar que o sistema de gerenciamento de resíduos implementado na Bioagri Laboratórios pretende colaborar efetivamente para a conservação ambiental, devido ao seu caráter preventivo referente à proteção e à interação dos vários aspectos ambientais interrelacionados e associados ao ambiente local, proporcionados por esta atividade. Esta contribuição é possível devido à aplicação das normas internas de controle operacional, desde a utilização dos produtos químicos perigosos para as análises, prevenindo os funcionários da exposição direta aos riscos e aos acidentes relacionados, até o tratamento e destinação final dos resíduos e subprodutos gerados por estas atividades. Assim, como foi relatado neste trabalho, além das etapas e critérios do sistema de gerenciamento ambiental se adequarem a algumas leis e resoluções nacionais, também seguiram as recomendações e princípios das conferências e acordos internacionais, dos quais o Brasil é signatário, contribuindo desta forma para a tomada de decisões globais para a melhoria da qualidade ambiental e de vida das populações humanas, com a prevenção dos processos de deterioração e a proteção do meio ambiente.

Após o término de nosso estudo, podemos refletir sobre duas realidades observadas durante esta trajetória. Para o químico, o seu laboratório encontra-se entre quatro paredes, com um campo de trabalho que se restringe aos espaços das bancadas de concreto distribuídas ao redor da sala. A sua preocupação e o seu objetivo é de finalizar as análises, seguindo uma metodologia pré-determinada e produzindo dados analíticos. Para um geógrafo que trabalhou observando esta rotina de trabalho, foi necessário abrir o campo de atuação abrangendo uma área maior de visão e, conseqüentemente, de preocupação, ou seja, o meio ambiente e a sua conservação, em um sentido mais amplo e complexo. Entendemos que para o

geógrafo o seu laboratório é o próprio sistema paisagístico e a continuidade de seus processos interativos, cíclicos, tanto em termos dos fenossistemas, quanto dos criossistemas (GONZÁLEZ BERNÁLDEZ, 1981). Deste modo, suas preocupações estão voltadas para a sociedade em busca de um meio ambiente mais saudável, garantindo uma qualidade de vida fundada na própria qualidade ambiental, e com os seus recursos sendo utilizados de forma equitativa e sustentável por todos na busca e criação dos seus satisfatores, ou seja, dos meios e ações desenvolvidos para a satisfação das necessidades físicas, sociais e psicológicas (GUIMARÃES, 2005).

Guimarães (2005), ao tecer uma reflexão sobre os aspectos dos satisfatores, atributos e valores que conferimos ao meio ambiente, envolvidos nos problemas e conflitos ambientais a respeito da compreensão dos múltiplos contextos socioeconômicos correlacionados à qualidade de vida e ambiental, considera que duas dimensões são fundamentais para a avaliação dos mesmos – a dimensão geográfica e a dimensão cultural, no que tange ao conjunto de aspectos observados nas sociedades humanas e na diversas regiões geográficas que habitam, influenciados pelos diferentes filtros perceptivos, o que gera interpretações e representações distintas, variando de época para época. Para a autora:

Mesmo considerando que podemos ter uma ótima qualidade ambiental e não termos padrões aceitáveis de qualidade de vida individual e coletiva, devido a problemas de acesso, inclusão, participação, pertinência, satisfação, adaptação, etc, a recíproca não é verdadeira: se tivermos o que julgamos ótima qualidade de vida individual ou coletiva, mas estivermos também inseridos em condições ambientais deterioradas, tais como excesso de níveis de poluição, contaminação de recursos hídricos, índices ameaçadores de segurança ambiental, entre outros aspectos, não adianta insistir, pois não teremos qualidade de vida, mesmo que não percebamos estas situações, ou alienemo-nos em relação a elas. Somos parte e esta é uma condição inexorável. (GUIMARÃES, 2005, p.16).

Finalizando, o estudo do meio ambiente para o geógrafo não envolve somente os aspectos naturais e construídos da paisagem, ou se restringe às tecnologias que permitem uma percepção remota do planeta e seus sistemas, mas também abrange visões mais complexas a respeito da percepção, interpretação e da representação das paisagens, assim como dos seus valores e significados em diferentes épocas para as sociedades, refletidos nas formas de organização e construção do seus espaços e lugares. Neste contexto, Ab'Saber (2006), ao discorrer sobre os aspectos ecológicos das paisagens e sobre a gestão ambiental

sob um olhar geográfico, nos apresenta a interconexão e a sinergia existentes entre os seus elementos componentes, considerando que a Geografia nos remete a estudos que envolvem os seres humanos como atuantes e partes de um organismo único, e que se uma parte se degrada ou se deteriora vem a comprometer a vida como um todo:

Temos consciência de que a meta de uma ciência corresponde sempre a um conjunto de observações sistemáticas sobre os fatos do universo, da Vida, do Ser Humano, da Sociedade, incluindo todo complexo da matéria físico-química em eterna transformação [...]. E, por fim, inserir o conhecimento interdisciplinário, de interesse humano no afã de minimizar progressivamente as causas malditas responsáveis por desigualdades regionais e sociais (AB´SABER, 2006, p. 8).

REFERÊNCIAS:

AB´SABER, A. N. **Escritos ecológicos**. São Paulo: Lazuli, 2006.

AGÊNCIA BRASILEIRA DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Procedimentos operacionais da REBLAS**. Brasília, DF: ANVISA, 2001.

_____. **Apresentação dos relatórios de avaliação**. Piracicaba: BIOAGRI/GGLAS/ANVISA, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. Panorama dos resíduos sólidos no Brasil - 2007. São Paulo: ABRELPE, 2007. Disponível em: http://www.abrelpe.org.br/panorama_2007.php. Acesso em: 22 fev. 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7500**: símbolos de risco e manuseio para o transporte e armazenamento de materiais. Rio de Janeiro, 2005.

_____. **NBR ISO/IEC 17025**: Requisitos gerais para competência de laboratórios de ensaio e calibração. Rio de Janeiro, 2005.

_____. **NBR 10004**: Resíduos Sólidos. Rio de Janeiro, 2004. (a)

_____. **NBR ISO 14001**: Sistema de gestão ambiental: especificação e diretrizes para uso Rio de Janeiro, 2004. (b)

_____. **NBR 10005**: Procedimento para obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 2004. (c)

_____. **NBR 10006**: Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 2004. (d)

_____. **NBR 10007**: Amostragem de resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 2004. (e)

_____. **ISO 16001**: Responsabilidade Social – sistema de gestão- requisito. Rio de Janeiro, 2004. (f)

_____. **NBR 13221**: transporte terrestre de resíduos. Rio de Janeiro, 2003.

_____. **NBR 14725**: Ficha de informações de segurança de produtos químicos. Rio de Janeiro, 2001.

_____. **NBR 12235**: armazenamento de resíduos sólidos perigosos. Rio de Janeiro, 1992.

ASSUMPÇÃO, L. F. J. **Sistema de gestão ambiental**: Manual prático para implementação de SGA e certificação ISO 14001. Curitiba: Juruá, 2005.

BAIRD, C. **Química ambiental**. 2. ed. Tradução de Maria Â. L. Recio; Luiz C. M. Carrera. Porto Alegre: Bookman, 2002.

BARBEIRO, C. F. C. **O sistema integrado de gestão da qualidade e gestão ambiental numa empresa do ramo de autopeças**. 2005. 112 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

BIOAGRI LABORATÓRIOS. **Plano de gerenciamento de resíduos**. Piracicaba: Bioagri Laboratórios, 2006.

_____. **Plano de gerenciamento de resíduos**. Relatório Técnico. Piracicaba, SP: Bioagri, 2005.

_____. Fotografia da fachada da empresa. **Bioagri Laboratórios**, Piracicaba, 14 set. 2005.

_____. Resultado da avaliação do desempenho da III SIPAT Integrada de 2006. **Relatório Técnico**. Piracicaba/SP: Bioagri Laboratórios, 2006. p. 1.(b)
BLOEMEN, A. J. Th.; BURN, J. **Chemistry and analysis of volatile organic compound in the environment**. Glasgow: Chapman & Hall, 1993.

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

BRAGA, B. et al. **Introdução à engenharia ambiental**. São Paulo: Prentice Hall, 2002. p. 82-89.

BRASIL. **Empresa de Pesquisa Energética**. Balanço Energético Nacional – 2008. Rio de Janeiro: EPE, 2008.

_____. **Dados gerais das unidades locais das empresas industriais com 30 ou mais pessoas ocupadas segundo as Grandes Regiões e Unidades da Federação**. Tabelas completas de 1996 a 2006. [s.l]: [s.n.], [200_]. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/industria/pia/empresas/defaulttempresa2006.shtm>. Acesso em: 04 mai. 2009. (b)

_____. Comissão de Constituição, de Justiça e de Cidadania. Projeto de Lei nº 5.974, de 2005. Disponível em: <http://www.camara.gov.br/sileg/integras/481986.pdf>. Acesso em: 05 fev.2009.

_____. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 358 de 29 de abril de 2005. Dispõe sobre o tratamento de destinação de resíduos de serviços de saúde e dá outras providências. Brasília: CONAMA, 2005. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=462>. Acesso em: 20 nov. 2006.

_____. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução 357 de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento. Brasília: MMA, 2005.

Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf> . Acesso em: 11 set. 2005.

_____. **Dados gerais referentes às empresas do setor industrial, por grupo de atividades – 2005.** Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/industria/pia/empresas/emp2005/tabelaempresa2005.pdf>. Acesso em: 14 jan. 2009.

_____. 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.

_____. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RDC 033, de 25 de fevereiro de 2003. Brasília: ANVISA, 2003. Disponível em: http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=7869&mode=PRINT_VERSION. Acesso em: 20 jan. 2009.

_____. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 313 de 29 de outubro de 2002. Dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais. Brasília: CONAMA, 2002. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=335>. Acesso em: 02 mai. 2006.

_____. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 307 de 05 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Brasília: CONAMA, 2002. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307>. Acesso em: 09 fev. 2009.

_____. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 275 de 19 de junho de 2001. Estabelece código de cores para diferentes tipos de resíduos na coleta seletiva Brasília: CONAMA, 2001. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=462>. Acesso em: 02 nov. 2006.

_____. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 283, de 12 de julho de 2001. Brasília: CONAMA, 2001. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=281>. Acesso em: 20 jan. 2009.

_____. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. **Tabela de suprimentos e utilização dos principais grãos brasileiros.** [s.l]: [s.n.], [200_]. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/indicadoresagro_19962003/tab1s.pdf. Acesso em: 04 mai. 2009. (a)

_____. Congresso Nacional. Lei 9795 de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a política nacional de Educação Ambiental. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 1999. Disponível em: <http://www.lei.adv.br/9795-99.htm> . Acesso em: 20 jul.2005.

_____. Presidência da República. Decreto 2657 de 03 de julho de 1998. Promulga a Convenção nº 170 da OIT, relativa à Segurança na Utilização de Produtos Químicos no Trabalho, assinada em Genebra, em 25 de junho de 1990. Disponível em: <http://www.lei.adv.br/2657-98.htm>. Acesso em: 20 mar. 2009.

_____. Congresso Nacional. Lei 9.605 de 12 de Fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/Ccivil_03/LEIS/L9605.htm. Acesso em: 12 out. 2006.

_____. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 005, de 05 de agosto de 1993. Brasília: CONAMA, 1993. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=130>. Acesso em: 02 mai. 2006.

_____. Casa Civil. Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989. Diário Oficial de Republica Federativa do Brasil, Brasília, DF, 12 jul. 1989. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L7802.htm. Acesso em: 20. jan. 2009.

_____. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução 001 de 23 de janeiro de 1986. Estabelece as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental. Brasília: MMA, 1986. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>. Acesso em: 06 ago. 2007.

_____. Congresso Nacional. Lei 6938 de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938.htm. Acesso em: 10 set. 2005.

_____. Ministério do Trabalho e do Emprego. Portaria 3.214, de 06 de julho de 1978. Aprova as normas regulamentadoras. Brasília: MTE, 1978.

_____. Ministério do Trabalho e do Emprego. Lei 6.514 de 22 de dezembro de 1977. Norma Regulamentadora – NR 05. Comissão interna de prevenção de acidentes. Brasília: MTE, 1977. (a)

_____. Ministério do Trabalho e do Emprego. Lei 6.514 de 22 de dezembro de 1977. Norma Regulamentadora – NR 09. Programa de prevenções de riscos ambientais. Brasília: MTE, 1977. (b)

_____. Ministério do Trabalho e do Emprego. Lei 6.514 de 22 de dezembro de 1977. Norma Regulamentadora – NR 25. Resíduos industriais. Brasília: MTE, 1977. (c)

_____. Congresso Nacional. Lei Decreto 76.389 de 3 de Outubro de 1975. Dispõe sobre as medidas de prevenção e controle da poluição industrial de que trata o

Decreto-Lei 1.413, de 14 de agosto de 1975, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.lei.adv.br/76389-75.htm> . Acesso em: 07 ago.2006.

BRUNDTLAND, G. H. **Gro Harlem Brundtland fala dos 20 anos do relatório Nosso Futuro Comum**. [out.2007]. Entrevistador: G.Paulino, Entrevista concedida para o Instituto Ethos por via eletrônica, 31 outubro 2007.

BURMAN, E. I.; DANILOV-DANIKHAN, V. I. Impactos ambientais e desenvolvimento social: o estudo de impacto ambiental. In: MULER-PLANTENBERG, C.; AB´SABER, A. N. (orgs.). **Previsão de impactos**: o estudo de impacto ambiental no leste, oeste e sul. São Paulo: Edusp, 1998.

CAJKA, F. Antropologia ecológica. In: DIEGUES, A. C.; MOREIRA, A. C. C. **Espaço e recursos naturais de uso comum**. São Paulo: NUPAUB, 2001.

CÂMARA INTERNACIONAL DO COMÉRCIO. Carta empresarial para o desenvolvimento sustentável. In: HENDERSON, Hazel. **Transcendendo a economia**. São Paulo: Cultrix , 1996. Disponível em: http://www32.brinkster.com/fpauloadm/download/etica/etica_principios_desenvolv_s_ustentavel.doc. Acesso em: 20 jan. 2009.

CANTER, L. W. Environmental impact assessment. 2.ed. United States: McGraw-Hill, 1996.

CAPRA, F. **A teia da vida**: uma nova compreensão científica dos sistemas vivos. São Paulo: Cultrix, 2000.

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.

CAVALCANTI, R. N. **A mineração e o desenvolvimento sustentável**: caso da Companhia Vale do Rio Doce. São Paulo, 1996, 432 f. Tese (Doutorado em Engenharia Mineral) – Departamento de Engenharia de Minas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A. **Metodologia científica**. 3. ed. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1983.

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.

COIMBRA, J. A. A. **O outro lado do meio ambiente**. São Paulo: CETESB, 1985.

COMPANHIA AMBIENTAL DE SÃO PAULO. **Seveso**. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/emergencia/riscos/acidentes/seveso.asp> . São Paulo: CETESB, [200_]. Acesso em: 14 jun. 2009. (a)

_____. **Bhopal.** São Paulo: CETESB, [200_]. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/emergencia/riscos/acidentes/bhopal.asp>. Acesso em: 14 jun. 2009. (b)

_____. **Vila Socó.** São Paulo: CETESB, [200_]. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/emergencia/riscos/acidentes/soco.asp>. Acesso em: 14 jun. 2009. (c)

_____. **Ficha de Informação de produto químico.** São Paulo: CETESB, [200_] Disponível em: http://www.cetesb.sp.gov.br/Emergencia/produtos/ficha_completa1.asp?consulta=ACETONITRILA. Acesso em: 20 mar. 2009. (d)

_____. **Manual de produtos químicos.** São Paulo: CETESB, [200_] Disponível em: http://www.cetesb.sp.gov.br/Emergencia/produtos/produto_consulta_nome.asp. Acesso em: 10 ago. 2008. (e)

_____. **Guia técnico:** por uma produção mais limpa. São Paulo: Folie Comunicações, 2002.

_____. **Manual de produtos químicos.** São Paulo: CETESB, 2003. Disponível em: http://www.cetesb.sp.gov.br/Emergencia/produtos/g_tecnico.pdf. Acesso em: 12 set. 2008.

CONFERÊNCIA DE BELGRADO, 1975, Belgrado. **Carta de Belgrado.** Disponível em: <http://www.ufpa.br/npadc/gpeea/DocsEA/A%20Carta%20de%20Belgrado.pdf>. Acesso em: 16 jun. 2009.

CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1992, Rio de Janeiro. **Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável.** Disponível em: http://www.vitaecivilis.org.br/anexos/Declaracao_rio92.pdf. Acesso em: 16 jun. 2009. (a)

CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1992, Rio de Janeiro. **Agenda 21.** Disponível em: http://www.vitaecivilis.org.br/anexos/Declaracao_rio92.pdf. Acesso em: 16 jun. 2009. (b)

CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE O MEIO AMBIENTE HUMANO, 1972, Estocolmo. **Declaração de Estocolmo sobre Meio Ambiente Humano.** Estocolmo: ONU, 1972. Disponível em: www.mudancasclimaticas.andi.org.br/download.php?path=1ggilxr7vo6uqtyaq4lq.pdf. Acesso em: 16 jun. 2009.

Conferência de Nova Deli sobre as mudanças climáticas. **Jornal Oficial Da União Européia**, 24 out. 2002. Disponível em: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:C:2003:300E:0627:0629:PT:PDF>. Acesso: 14 jan. 2009.

CONFERÊNCIA INERGOVERNAMENTAL SOBRE EDUCAÇÃO AMBIENTAL, 1977, Tbilisi. **Declaração da conferência intergovernamental sobre educação ambiental.** Tbilisi: UNESCO, 1977. Disponível em: <http://www.verdescola.org/downloads/tratado_tbilisi.pdf> Acesso em: 16 jun. 2009.

CONFERÊNCIA INTERNACIONAL SOBRE GESTÃO SEGURA E SAUDÁVEL DOS PRODUTOS QUÍMICOS, 2009, São Paulo. **Carta de Princípios e Diretrizes Gerais para a promoção da gestão saudável dos produtos químicos no local de trabalho.** Disponível em: <http://www.fundacentro.gov.br/dominios/CTN/anexos/CartaResultConfTripSAICMS%C3%A3oPaulo-290409port.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2009.

CONVENÇÃO DA BASILEIA E CONTROLE DE MOVIMENTOS TRANSFRONTEIRIÇOS DE RESÍDUOS PERIGOSOS E SUA ELIMINAÇÃO, 1989, Basileia. **Acordo da Basileia.** Disponível em: www.basel.int/text/con-e.pdf. Acesso em: 20 jun. 2009.

CORRAL-VERDUGO, V. La definición del comportamiento proambiental. **La Psicología Social en México**, México, v. 8, p. 466-467, 2000.

CUNHA, C. J. O programa de gerenciamento de resíduos laboratoriais do Departamento de Química da UFPR. **Química Nova**, São Paulo, v. 24, n.3, p. 424-427, mar. 2001.

CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T.(org.). Sociedade e natureza. In: _____. **A questão ambiental: diferentes abordagens.** 4. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008.

DAGNINO, R. S.; CARPI Jr, S. Risco ambiental: conceitos e aplicações. **Climatologia e Estudos da Paisagem**, Rio Claro, v.2, n.2, p.50-87, jul- dez. 2007.

DIEGUES, A. C. (org.) **Etnoconservação: novos rumos para a conservação da natureza.** São Paulo: Hucitec/NUPAUB, 2000.

DUBOS, R. J. **Um animal tão humano.** Tradução de A. Lamberti. São Paulo: Melhoramentos/ EDUSP, 1974.

EHRENFELD, D. Por que atribuir um valor à biodiversidade? In: WILSON, E. O. **Biodiversidade.** Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997. p. 269-274.

FALLENBERG, G. **Introdução aos problemas da poluição ambiental.** Tradução de J. H. MAAR. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1980.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Melhore a competitividade com o sistema de gestão ambiental – SGA.** São Paulo: FIESP, 2007.

FERNANDES, J. V. G. Introduzindo práticas de produção mais limpa em Sistemas de Gestão Ambiental Certificáveis: uma proposta prática. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 6, n. 3, p.157-164, 2001. p.157.

FERNANDES, M. M. C. **Implantação de Sistemas Integrado de Gestão – Qualidade e Meio Ambiente. Estudo de Caso: Ultrafertil.** 2003. 112 f. Dissertação (Mestrado em Administração e Política de Recursos Minerais) – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

FIGUEIREDO, P. J. M. **A sociedade do lixo, os resíduos, a questão energética e a crise ambiental.** 2. ed. Piracicaba: UNIMEP, 1995.

FONTOURA, A. T. **Normas Brasileiras para o Transporte Terrestre de Produtos Perigosos.** Instituto Nacional de Metrologia. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/painelsetorial/palestras/GeraldoFontoura.pdf>. Acesso em: 21 mar. 2009.

FREIRE, C. R. **Uma contribuição à implantação de um modelo de Gestão Ambiental conforme a norma NBR ISO 14001.** 2000. 151 f. Dissertação (Mestrado em Administração e Política de Recursos Minerais) – Instituto de Geociências. Universidade de Campinas, Campinas, 2000.

FREITAS, N. B. B. Riscos devido à saúde do trabalhador. **Cadernos de Saúde do Trabalhador**, São Paulo, Jun. 2000. Disponível em: <http://www.coshnetwork.org/caderno16%20ramo%20quimico.pdf> . Acesso em: 21 mar. 2007.

FUNDAÇÃO BRASILEIRA PARA A CONSERVAÇÃO DA NATUREZA. **Conceito de conservação.** Tradução de J. L. Belart. Belém: SUDAM, 1976.

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.

FURTADO, J. S. (coord.) **Prevenção de resíduos na fonte & economia de água e energia.** São Paulo: Departamento de Engenharia de Produção, USP, 1998.

GALLAGHER, D. R., DARNALL, N., ANDREWS, R. N. L. International Standards for Environmental Management Systems: A Future Promise for Environmental Policy? **21st Annual research Conference for the Association for public policy analysis and Management**, 1999.

GEORGE, P. **O meio ambiente.** Tradução de H. L. Dantas. São Paulo: Difusão Européia do Livro, 1973. p.76-77.

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.

GIL, E. S. (et. al.). Aspectos técnicos e legais do gerenciamento de resíduos químicos-farmacêuticos. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**. v. 43. n.1. São Paulo. Jan-Mar. 2007. Disponível em:

http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-93322007000100003&lng=en&lng=en&nrm=iso. Acesso em : 10Jun.2008.

GONZÁLEZ BERNÁLDEZ, F. **Ecología y paisaje**. Madrid: Blume, 1981.

GOUVEIA, J.L.N. Descarte de resíduos químicos: atendimentos emergenciais realizados pela Cetesb. **Meio ambiente industrial**, São Paulo, n. 68, p.62-66, jul-ago. 2007.

GUETHI JUNIOR, D. **Implantação de sistema de gestão ambiental em uma empresa de metal-mecânica**. 2004. 135 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

GUIMARÃES, S.T.L. Nas Trilhas da Qualidade: algumas idéias, visões e conceitos sobre qualidade ambiental e de vida..., **Revista GEOSUL**, UFSC, Florianópolis, n.40, p. 7-26, julho-dez. 2005.

_____. **Paisagens**: aprendizados mediante experiências. Um ensaio sobre interpretação e valoração da paisagem. 2007.167 f. Tese (Livre docência em Geografia) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2007.

GUIMARÃES, S. T. L.; DACANAL, C. Arquitetar para viver, educar para conservar: faces da qualidade ambiental e da qualidade de vida na conservação do meio ambiente. **Climatologia e Estudos da Paisagem**, Rio Claro, v.1, n. 1-2, p. 20-39, jul-dez, 2006.

HADAD, E. **Acidentes ambientais**. Apresentação em forma de slides. Disponível em: <http://www.cepis.org.pe/tutorial1/p/acciambi/acciambi.ppt#461,10,AcidentesMaiorescomSubstanciasQuimicasnoBrasil> . São Paulo: CEPIS, [200_]. Acesso em: 23 set. 2008.

HARVEY, D. **Modern Analytical Chemistry**. Boston: McGraw Hill, 2000.

HEINONLINE. Recent Development. **Int'l&Comp**, 1987. Disponível em: <http://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&lr=&q=info:AyKrir4W4uEJ:scholar.google.com/&output=viewport&pg=1>. Acesso em: 18 jun. 2009.

HELFAND, G. E.; BERCK, P. The traditional economic of natural resources management. In: KNIGHT, R. L.; WETERING, S. B. V. (ed.). **A new century for natural resources management**. New York: Island Press, 1995.

HIRATA, M. H.; MANCINI FILHO, J. **Manual de biossegurança**. São Paulo: Manole, 2002.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA. **Histórico das certificações concedidas por estado da Federação**. Rio de Janeiro: INMETRO, 2009. Disponível em:

http://www.inmetro.gov.br/gestao14001/Rel_Cert_Emitidos_Loc_Geografica.asp?Chamador=INMETRO14&tipo=INMETROEXT. Acesso em: 14 jan. 2009.

_____. **Requisitos gerais para laboratórios segundo os princípios das Boas Práticas de Laboratório – BPL**. Divisão de Credenciamento de Laboratórios - DICLA 028/03. Rio de Janeiro: INMETRO, 2003. Disponível em: http://www.inmetro.gov.br/Sidog/Arquivos/DICLA/NIT/NIT-DICLA-28_00.pdf. Acesso em: 30 ago. 2006.

_____. **Requisitos gerais para laboratórios segundo os princípios das Boas Práticas de Laboratório – BPL**. Divisão de Credenciamento de Laboratórios - DICLA 035/07 Rio de Janeiro: INMETRO, 2007. Disponível em: http://www.inmetro.gov.br/Sidog/Arquivos/DICLA/NIT/NIT-DICLA-35_00.pdf. Acesso em: 30 mar. 2008.

INTERNATIONAL CONFERENCE ON CHEMICALS MANAGEMENT. **Strategic Approach to International Chemical Management**. Dubai: 2006. Disponível em: http://www.chem.unep.ch/ICCM/meeting_docs/iccm1_7/7%20Report%20E.doc. Acesso em: 20 jun. 2009.

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

JUNK, W. J. Capacidade de suporte de ecossistemas: Amazônia como estudo de caso. In: TORNISIELO, S. M. T. (Org.). **Análise Ambiental: estratégias e ações**. Rio Claro, SP: Centro de Estudos Ambientais – UNESP, 1995.:

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

KEITH, S. **Environmental hazards: assessing risk and reducing disaster**. 3. ed. New York: Rouledge, 2001.

KOLLURU, R. et al. **Risk assestment and management handbook**. New York: Mc Graw Hill, 1996.

LAINHA, M.A.J. **Sistema integrado de gestão para prevenção, preparação e resposta aos acidentes com produtos químicos: manual de orientação**. São Paulo: CETESB, 2003. Disponível em: http://www.cetesb.sp.gov.br/emergencia/artigos/artigos_manual_portugues.asp. Acesso em: 15 jul. 2008.

LANDIS, W. L.; YU, M. **Introduction to environmental toxicology: impacts of chemicals upon ecological systems**. 2. ed. Boca Raton: RCR Press, 1999.

LIMA, J. A. **A Educação Ambiental e a Gestão dos Recursos Humanos na Gestão Ambiental**. Disponível em: www.ambientebrasil.com.br/ . Acesso em: 28 abr.2005. p.1.

MACEDO, J. A. B. **Introdução à química ambiental**. 2. ed. Juiz de Fora: CRQ-MG, 2006.

MACHADO, A. M. R. (coord.) **Normas de procedimento para segregação, identificação, acondicionamento e coleta de resíduos químicos**. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, Unidade de Gestão de Resíduos. UGR, 2005.

MAFFRA, C. Q. T.; MAZZOLA, M. As razões dos desastres em territórios brasileiros. Brasília: MMA, 2007. In: SANTOS, R. F. **Vulnerabilidade ambiental: desastres naturais ou fenômenos induzidos?** Brasília:MMA, 2007.

MANAHAN, S. E. **Fundamentals of environmental chemistry**. Boca Raton: CRC Press LLC, 2001.

MICARONI, R. C.C. M. **Gerenciamento de resíduos de laboratórios**. [Campinas, 25 nov. 2008] In: SEMINÁRIO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE LABORATÓRIOS ANALÍTICOS, 1., 2008, Campinas. Palestra.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Declaração de Estocolmo**. Conferência das nações unidas sobre o meio ambiente humano, 1972. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/agenda21/arquivos/estocolmo.doc>. Acesso em: 05 fev. 2009.

MONTEIRO, J. H. P. et al. **Manual de gerenciamento integrado de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro: IBAM, 2001.

MONTEIRO, J. H. P. et al. **Manual de gerenciamento integrado de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro: IBAM, 2001.

MOORE, W. J. **Físico química**. Tradução de Ivo Jordan. São Paulo: Edgard Blucher, 1976. 1 v.

MOORE, W.J. **Físico-química**. Tradução de Helena Li Chun et al. 4. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1976.

MORAES, C. S. B. **Planejamento e Gestão Ambiental: Uma Proposta Metodológica**. 2006. 277 f. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006. p. 45.

MORAIS, R. de. **Ecologia da mente**. Campinas: Editorial Psy, 1993.

_____. **Evolução humana e fatos históricos**. Capivari: EME, 2002.

MOURA, L. A. A. **Economia ambiental: gestão de custos e investimentos**. São Paulo: Juarez de Oliveira, 2000.

OLIVEIRA, S. L. **Tratado de Metodologia Científica: projetos de pesquisa, TGI, TCC, monografias, dissertações e teses**. São Paulo: Pioneira Thompson, 2002.

PACHECO, E. V. Tratamento de resíduos gerados em laboratórios de polímeros: um caso bem sucedido de parceria universidade-empresa. **Polímeros**, São Carlos, v.13, n. 1, p. 01-09 jan./mar. 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/po/v13n1/15065.pdf>. Acesso em: 12 ago. 2007.

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. Acesso em: 26 jan. 2009.

PARIZOTTO, J. A. **Gerenciamento Ambiental nas empresas de mineração**. Campinas, Instituto de Geociências, Universidade de Campinas, 1995. Disponível em: <http://bases.bireme.br/cgi-bin/wxislind.exe/iah/online/?IsisScript=iah/iah.xis&src=google&base=REPIDISCA&lang=p&nextAction=lnk&exprSearch=56339&indexSearch=ID>. Acesso em: 01 ago. 2006.

PASQUAL, A. Capacidade suporte dos ecossistemas. In: TORNISIELO, S. M. T. et al. (Orgs.). **Análise ambiental: estratégias e ações**. Rio Claro, SP: Centro de Estudos Ambientais – UNESP, 1995.

PÊGO, B.; CAMPOS NETO, C. A. S. **O PAC e o setor elétrico: desafios para o abastecimento do mercado brasileiro (2007-2010)**. Brasília: IPEA, 2008. Disponível em: www.ipea.gov.br/sites/000/2/publicacoes/tds/td_1329.pdf. Acesso em: 04 mai. 2009.

PENATTI, F. E. **Relatório técnico de atividades**. Relatório apresentado à diretoria das atividades desenvolvidas na Bioagri Laboratórios no ano de 2007. Piracicaba: Bioagri laboratórios, 2007.

PEREIRA, M. A.; MARQUES, C.S.A.; AGUIAR, E. M. Sugestões para uma proposta do uso de novas ferramentas tecnológicas de informações para um Sistema de Gestão Ambiental – ISO 14000. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 8, n.1, p.49-53, jan/fev, 2003. p. 52-53.

POHANISH, R. S.; GREENE, S. A. **Hazardous substances resource guide**. 2. ed. Detroit: Galé Research, 1997. p. 24-44.

PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE PIRACICABA. Secretaria Municipal de Defesa do Meio Ambiente. **Declaração ref. Prot. n. 898**. Piracicaba, 25 de abril de 2007.

RANDALL, A. O que os economistas tradicionais têm a dizer sobre o valor da biodiversidade, In: WILSON, E. O. **Biodiversidade**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997. p. 275-283.

RESPONSIBLE CARE. **Status report 2008**. Responsible care, 2008. Disponível em: http://www.responsiblecare.org/filebank/Status%20Report%2001_05.pdf. Acesso em: 20 jun.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. Acesso em: 26 jan. 2009.

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

ROACH, S. **Health risks from hazardous substances at work: assessment, evaluation and control**. Oxford: Pergamon Press, 1992.

ROCCA, A.C.C. et al. **Resíduos sólidos industriais**. São Paulo: CETESB, 1993.

RUSSEL, B. **Practical handbook of soil, vadose zone and groundwater contamination: assessment, prevention and remediation**. Boca Raton: CRC Press, 1995.

RUSSEL, J. B. **Química geral**. 2. ed. Tradução de Márcia Guekezan et al. São Paulo: Pearson Makron Books, 1994.

RUSSEL, P. **O despertar da Terra: o cérebro global**. Tradução de C. A. Malferrari. São Paulo: Cultrix, 1982.

SÃO PAULO (Estado). Lei 12.300 de 16 de março de 2006. Institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos e define os princípios e diretrizes. São Paulo: SEMA, 2006. Disponível em: http://www.cetesb.sp.gov.br/licenciamentoo/legislacao/estadual/leis/2006_Lei_Est_12300.pdf Acesso em: 03 out. 2007.

_____. **Oficina de educação ambiental para gestão**. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, 2006. Disponível em: http://homologa.ambiente.sp.gov.br/EA/projetos/Apostila_EA.pdf. Acesso em: 30 abr. 2006.

_____. **A produção mais limpa e o consumo sustentável na América Latina**. São Paulo: CETESB, 2005.

_____. Secretaria do Meio Ambiente. Companhia Ambiental de São Paulo - CETESB. Decisão de Diretoria Nº 195-2005-E, de 23 de novembro de 2005. Dispõe sobre aprovação dos Valores Orientadores para Solos e Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo. Disponível em: http://www.cetesb.sp.gov.br/Solo/relatorios/tabela_valores_2005.pdf . Acesso em: 02 jul. 2007.

_____. Decreto nº 47.397, de 04 de dezembro de 2002. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, 2002. Disponível em: [http://www.sabesp.com.br/sabesp/filesmng.nsf/5308430AA778792D8325720200566CC5/\\$File/008 legis SP%2047397 2002.RTF](http://www.sabesp.com.br/sabesp/filesmng.nsf/5308430AA778792D8325720200566CC5/$File/008 legis SP%2047397 2002.RTF). Acesso em: 25 jun. 2007.

_____. 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. Acesso em: 05 jan. 2007.

SENAI. **Apostila de auditor interno NBR-ISO 14001:2004**. Piracicaba: SENAI, 2006.

_____. **Programa SENAI-SP de Qualidade Ambiental**. São Paulo: SENAI, 2000.

SERVIÇO DE APOIO ÀS MICROS E PEQUENAS EMPRESAS NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. **Manual de gerenciamento de resíduos**. Rio de Janeiro: GMA, 2006.

SETTLE, F. A. **Handbook of instrumental for analytical chemistry**. London: Prentice Hall, 1997.

SILVA, A. M.; NISHIYAMA, L. Gerenciamento de resíduos sólidos da Souza Cruz. **Caminhos da Geografia**, Uberlândia, v.7, n. 12, p. 128-157, 2004.

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

SIMMONS, I. G. **Ecologia de los recursos naturales**. Barcelona: Omega, 1982.

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.

SOUZA, K. E. **Estudo de um método de priorização de resíduos industriais para subsídios à minimização de resíduos de laboratórios de universidades**. 2005. 134 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) - Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos, 2005.

TELECOMUNICAÇÕES. **Estatística do Brasil**. Disponível em: <http://www.teleco.com.br/estatis.asp>. Acesso em: 04 mai. 2009.

TOMMASI, L. R. **Estudo de impacto ambiental**. São Paulo: CETESB, 1993.

TOR, D. Sistema de Información y documentación médico ambiental. **Sociedad de Ecología Medica y Social**. [s.l.: s.n.], [200_]. Disponível em: <http://www.chasque.apc.org/damaso/new.htm>. Acesso em: 10 set. 2007.

UNESCO. **Expert panel on project 13: perception of environmental quality**. Final Report. Programme on Man and the Biosphere (MAB). Paris: UNESCO, 1973.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. **Environment and vulberability**: emerging perspectives. Geneva: UNEP, 2007.

UNIVERSIDADE DE CAMPINAS. **Gerenciamento de Resíduos Químicos**. Campinas: Instituto de Química, 2005. Disponível em: <http://www.cqu.unicamp.br/residuos/doctos/residuos.pdf> . Acesso em: 10 dez. 2005.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. **Normas para recolhimento dos resíduos do campus de são carlos laboratórios de resíduos químicos**. São Carlos: USP, 1996. Disponível em: http://www.sc.usp.br/residuos/rotulagem/downloads/normas_recolh.pdf . Acesso em: 05 fev. 2005.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA. **Gerenciamento de resíduos: normas gerais**. Araraquara: IQ, 2002. Disponível em: www.iq.unesp.br/normas-rq/normas-rq.doc . Acesso em: 05 jan. 2006.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS. **Normas de procedimento para segregação, identificação, acondicionamento e coleta de resíduos químicos**. São Carlos: Unidade de Gestão de Resíduos. UGR, 2005. Disponível em: <http://www.ufscar.br/~ugr/linkNormasSiteUGR.htm>. Acesso em: 03 fev. 2006.

VAZ, S. R. Sistemas de Gestão Ambiental: um diferencial na organização. **Revista de Gerenciamento Ambiental**, São Paulo, Ano 3, n. 15, p. 21-26, jul-ago, 2001.

WALLSTROM, M. Regulamento nº 761 de 10 de julho de 2001. **Jornal da União Européia**. Bruxelas, 23 jul. 2003. Disponível em: http://ec.europa.eu/environment/emas/pdf/guidance/guidance08_pt.pdf. Acesso em: 04 mar. 2009.

WARD, B.; DUBOS, R. **Uma Terra somente**: a preservação de um pequeno planeta. São Paulo: EDUSP, 1973.

WORLD SUMMIT ON SUSTAINEBLE DEVELOPMENT, 2002, Johannesburg. **Johannersburg Declation on Sustainable Development**. Disponível em: <http://www.joburg.org.za/pdfs/johannesburgdeclaration.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2009.

ZANCANARO JUNIOR, O. Manuseio de produtos químicos e descarte de seus resíduos. In: HIRATA, M. H; MACINI FILHO, J. **Manual de Biossegurança**. Barueri: Manole, 2002. p. 121-184.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Listagem de resíduos e suas fontes geradoras.

Divisão: Química

Laboratório: LAR

Tipo de Resíduo	Classificação	Fonte Geradora	Forma de Geração	Codificação	Tratamento Atual	Registro
Solo	Lixo comum	Câmara Fria	Análise de Resíduo MR	Sala 4	Lixo comum	SQB 171
Frutas *	Lixo comum	Câmara Fria	Análise de Resíduo MR	Sala 4	Lixo comum	SQB 171
Alimentos	Lixo comum	Câmara Fria	Análise de Resíduo MR	Sala 4	Lixo comum	SQB 171
B 1 (Líquido)	Não Halogenados	HPLC	Análise de Resíduo MR	B1 (CROMA LAR-01)	Área de Descarte	SQB 768
B 1 (Líquido)	Não Halogenados	Sala Extração	Análise de Resíduo MR	B1 Sala 6 (Extr. LAR 01)	Área de Descarte	SQB 768
B 2 (Líquido)	Halogenados	Sala Extração	Análise de Resíduo MR	B2 Sala 6 (Extr. LAR 02)	Área de Descarte	SQB 768
Biológicos **	Autoclavadas) Lixo Comum	Câmara Fria	Análise de Resíduo	Sala 4	Lixo comum (autoclavada)	SQB 171
líquidos	Acidas	Sala Extração	Análise de Resíduo MR	B3 Sala 6 (Extr. LAR 03)	Descarte na pia (pH 7)	SQB 171
líquidos	Básicas	Sala Extração	Análise de Resíduo MR	B4 Sala 6 (Extr. LAR 04)	Descarte na pia (pH 7)	SQB 171
líquidos	Óleo de maquina	Sala Extração	Equipamento	Óleo-Maq/LAR	Lixo comum	SQB.171

Laboratório: LEM

<i>Tipo de Resíduo</i>	<i>Classificação</i>	<i>Fonte Geradora</i>	<i>Forma de Geração</i>	<i>Codificação</i>	<i>Tratamento Atual</i>	<i>Registro</i>
Solventes	Não Halogenados	Bancada	Preparo de amostras e padrão	BANC	Bombona	SQB.768
Solventes	Halogenados	Bancada	Preparo de amostras e padrão	BANC	Bombona	SQB.768
Solventes	Não Halogenados	CL.24	Análises	CROMLEM	Bombona	SQB.768
Solventes	Não Halogenados	CL.25	Análises	CROMLEM	Bombona	SQB.768
Solventes	Não Halogenados	CL.05	Análises	CROMLEM	Bombona	SQB.768
Solventes	Não Halogenados	CL.30	Análises	CROMLEM	Bombona	SQB.768
Solventes	Não Halogenados	CL39	Análises	CROMLEM	Bombona	SQB.768
Solventes	Não Halogenados	CL22	Análises	MSMS03	Bombona	SQB.768
Solventes	Não Halogenados	CL44	Análises	CROMLEM	Bombona	SQB.768
Solventes	Não Halogenados	CL32	Análises	CROMLEM	Bombona	SQB.768

Laboratório: LFAR

Tipo de Resíduo	Classificação	Fonte Geradora	Forma de Geração	Codificação	Tratamento Atual	Registro
Solventes Orgânicos	Halogenados	LFAR	Análise de Rotina	Banc 02	Descarte em Bombonas	SQB.768
Solventes Orgânicos	Não Halogenados	LFAR	Análise de Rotina	Banc 01	Descarte em Bombonas	SQB.768
Soluções Alcalinas	pH > 8	LFAR	Análises de Rotina	Banc 04	Neutralização / Descarte Esgoto	SQB.171
Soluções Ácidas	pH < 6	LFAR	Análises de Rotina	Banc 03	Neutralização / Descarte Esgoto	SQB.171
Fármacos	Não Controlados	LFAR	Análises de Rotina	Banc 08	Descaracterização / RSS	SQB.170
Fármacos	Controlados	LFAR	Análises de Rotina	Banc 07	Vigilância Sanitária	SQB.170
Sangue, Urina	A1	LFAR	Análises		Esterilização / RSS	SQB.170
Solventes orgânicos	Não Halogenados	Sala 3A	CL 34 e CL 35	CROM/LFAR	Descarte em Bombonas	SQB.768
Solventes Orgânicos	Não Halogenados	Sala 8	CL 19; CL 20; CL 41; CL42	CRAM/LFAR	Descarte em Bombonas	SQB.768
Solventes Orgânicos	Não Halogenados	Sala 10	CL 09; CL 13; CL 14; CL 36	CROM/LFAR	Descarte em Bombonas	SQB.768

Laboratório: LFQ

Tipo de Resíduo	Classificação	Fonte Geradora	Forma de Geração	Codificação	Tratamento Atual	Registro
Aci. Halog	B3	Análise físico – química	Preparo de Solução	LFQ 2-003	Neutralização/Bombonas 50L	SQB 170
Acid. n/halg	B3	Análise físico – química	Preparo de Solução	LFQ 2-004	Neutralização/Bombonas 50L	SQB 170
Base.n/halog	B4	Análise físico – química	Preparo de Solução	LFQ 2-006	Neutralização/Bombonas 50L	SQB 170
Base/halog	B4	Análise físico – química	Preparo de Solução	LFQ 2-005	Neutralização/Bombonas 50L	SQB 170
Biodiesel	B1	Físico – química e biodiesel	Final de Análise	BD 006/07	Armazenamento/Bombonas 50L	SQB 768
Solvente líquido	B1	Preparo de amostras	Amostra Diluída	Bancada	Transferências/Bombonas 50L	SQB 768
Solvente	B2	Preparo de amostras	Amostra Diluída	Bancada	Transferências/Bombonas 50L	SQB 768
Solvente água	B1	Cromatografia	Descarte cromatografia	Crom 08	Transferências/Bombonas 50L	SQB 768
Solvente água	B1	Cromatografia	Descarte cromatografia	CL 01	Transferências/Bombonas 50L	SQB 768
Solvente água	B1	Cromatografia	Descarte cromatografia	Crom 26	Transferências/Bombonas 50L	SQB 768
Solvente água	B1	Cromatografia	Descarte cromatografia	CL 27	Transferências/Bombonas 50L	SQB 768
Solvente água	B1	Cromatografia	Descarte cromatografia	CL 10	Transferências/Bombonas 50L	SQB 768
Solvente água	B1	Cromatografia	Descarte cromatografia	CL 38	Transferências/Bombonas 50L	SQB 768
Solução Líquida	B2	Karl Fisher	Descarte de Análise	LFQ 002/07	Transferências/Bombonas 50L	SQB 768
Acetona.lavagem	B1	Sala de Lavagem	Lavagem de Vidraria	Acetona	LRR	SQB 768

Laboratório: LRD

Tipo de Resíduo	Classificação	Fonte Geradora	Forma de Geração	Codificação	Tratamento Atual	Registro
Solo	C1	LRD	Estudos: 201/025,027 e 405	LRD02	Área de Descarte	393
Solo	Descarte B	LRD	Estudo: 218	LRD03	Área de Descarte	768
Líquido	B1/C2	Cromatógrafo	Estudo: 012,013,025, 026, 027, 031 e 405	CL.21	Área de Descarte	768
Líquido	B1/C2	Cromatógrafo	Estudo: 012,013,025, 026, 027, 031 e 405	CL.18	Área de Descarte	768
Líquido	B1/C2	Cromatógrafo	Estudo: 012,013,025, 026, 027, 031 e 405	CL.23	Área de Descarte	768
Líquido	B1	Cromatógrafo	Estudo: 012,013,025, 026, 027, 031 e 405	CL 08	Área de Descarte	768

APÊNDICE B – Listagem da relação das categorias de resíduos e as suas classificações da Bioagri Laboratórios

1.1.1.1 Compostos	1.1.2 Classificações	1.2 Grupos
Plasma sanguíneo contaminado ou não	Fluidos orgânicos	2 A1
Carcaças de animais mortos, tais como camundongos, peixes, minhocas, dáfnias, etc.	Carcaças de animais	A2
Placas de petre para testes microbiológicos, microorganismos e meios de cultura	Culturas e estoques	A3
Frutas, hortaliças, grãos e água	Resíduos de agrotóxicos em alimentos	A4
Insetos rastejantes, aracnídeos, moscas e mosquitos	Insetos utilizados para testes de eficácia	A5
Maravalha e excreta de animais	Forrações	A6
Ponteiras de micropipetas, luvas, papel, algodão, materiais absorventes, gaze, touca, propé, jaleco, resiradores, e outros.	Materiais contaminados com agroquímicos provenientes de ensaios biológicos	A7
Ponteiras de micropipetas, luvas, papel, algodão, materiais absorventes, gaze, touca, propé, jaleco, resiradores, e outros	Materiais contaminados contendo risco biológico	A8
Acetona, hexano, tolueno, acetona, metanol, etanol	Soluções Não Halogenadas	3 B1
Clorofórmio, diclorometano, tetracloreto de carbono, cloreto de etileno, clorobenzeno, brometo de etila, tetracloreto de etileno	Soluções Halogenadas	B2
Indicadores e solução padrão	Não inertes	Não inertes
Soluções com pH inferior a 6,0 (ex: ácido sulfúrico, ácido clorídrico, soluções sulfonítricas, etc.)	Soluções inorgânicas ácidas	B3
Soluções com pH superior a 8,0 (ex: NaOH, BaOH, KOH, etc.)	Soluções inorgânicas básicas	B4
Sais halogenados e não halogenados que não contenham cátions de metais pesados	Soluções aquosas inorgânicas	B5
Sais halogenados e não halogenados que contenham cátions de metais pesados em solução aquosa ou em estado molecular	Soluções aquosas metálicas	B6
Fármacos sujeitos à controle especial	Amostras descaracterizadas do seu estado inicial	B7
Fármacos não sujeitos à controle especial	Amostras descaracterizadas do seu estado inicial	B8
Desinfetantes, desinfestantes, Inseticidas, iscas, água clorada, ácidos, soluções alcalinas, e outros.	Amostras de domissanitários ou saneantes	4 B9
Clorados, fosforados, carbamatos e piretróides	Amostras de agrotóxicos	B10
Cremes, líquidos, higiene pessoal, e outros.	Amostras de cosméticos	B11

Lodo de ETE, blendagem de resíduos sólidos de laboratórios, material absorvente de contenção de produtos químicos, equipamentos e materiais de laboratórios.	Resíduos sólidos contaminados quimicamente	B12
Materiais, insumos e animais empregados nos estudos no LRD.	Resíduos sólidos. Líquidos e biológicos	C1
Papel de escritório em geral, jornais, revistas, papel cartão, caixas de papelão em geral, papel toalha, entre outros.	Papel	Azul
Plástico filme, rígidos, embalagens, frascos e ponteiros descontaminados.	Plásticos em geral	Vermelho
Latarias, alumínio, frascaria em geral.	Metais	5 Amarelo
Frascos âmbar, brancos, vidrarias de laboratório descontaminada.	Vidraria	Verde
Agulhas, lâminas de bisturi, ponteiros de micropipetas, lâminas e espátulas contaminadas.	Contaminados quimicamente ou biologicamente	E1
Agulhas, lâminas de bisturi, ponteiros de micropipetas, lâminas e espátulas não contaminadas.	Não contaminados quimicamente ou biologicamente	E2
Vidrarias quebradas contaminadas quimicamente ou biologicamente	Vidraria contaminada.	E3

APÊNDICE C – Procedimento para descarte de resíduos do laboratório

<i>Tipo de material para descarte</i>	<i>Destino Inicial (Recipiente ou local temporário para descarte)</i>	<i>Armazenamento temporário do descarte em destino inicial</i>	<i>Destino Final</i>
Amostra (substância-teste) concentrada (B10)	Frasco original	Sala de armazenamento de Amostras	Devolução ao Patrocinador
Amostra (substância-teste) concentrada (B10) de sobras dos sistemas testes	Frasco coletor	Bombonas compatíveis	Incineração
Soluções estoque provenientes do preparo de diluições com solventes não halogenados contendo amostras de agrotóxicos ã/halog. com concentração > que 1 ppm	Galões de plástico, bombonas ou frascos de vidro DESCARTE B1	Bombonas de 50 L DESCARTE B1 “Anexo I”	Incineração Co-processamento
Soluções estoque provenientes do preparo de diluições com solventes halogenados de amostra de agrotóxicos halogen. com concentração > que 1 ppm	Galões de plástico, bombonas ou frascos de vidro DESCARTE B2	Bombonas de 50 L DESCARTE B2 “Anexo I”	Incineração Co-processamento
Solventes halogenados de concentração > 1% com ou sem amostras de concentração menor que 1ppm	Galões de plástico, bombonas ou frascos de vidro DESCARTE B2	Bombonas de 50 L DESCARTE B2 “Anexo I”	Incineração Co-processamento
Solventes não halogenados de concentração > 1% com ou sem amostras de concentração menor que 1ppm	Galões de plástico, bombonas ou frascos de vidro DESCARTE B1	Bombonas de 50 L DESCARTE B1 “Anexo I”	Incineração Co-processamento
Soluções aquosas de agrotóxicos de testes ecotóxicológicos	Descartar na pia do laboratório de acordo com sua toxicidade	Estação de Tratamento e Água	Aterro Sanitário
Soluções aquosas contaminadas quimicamente do sistema de co-processamento	Descartar na pia do laboratório de acordo com sua toxicidade	Estação de Tratamento e Água	Aterro Sanitário
Soluções Ácidas (DESCARTE B3) e Soluções Básicas (DESCARTE B4)	Frascos de vidro DESCARTE B3 e DESCARTE B4 Esses descartes serão neutralizados conforme item 8.4 e posteriormente descartadas na pia do laboratório	E.T.A Bombonas de 50L	Aterro Sanitário
Descarte de resíduos B5	Armazenamento temporário no laboratório	Armazenamento na Área de Descarte “Anexo I”	Aterro sanitário ou incineração
Descarte de resíduos B6 de concentração maior que 1ppm	Recipientes de plástico ou vidro de identificados B6 , qual componente e a concentração	Tratamento prévio como descrito no POP-S 044	Aterro sanitário
Descarte de resíduos B6 de concentração menor que 1ppm	Recipientes de plástico ou vidro de identificados B6 , qual componente e concentração	Tratamento prévio como descrito no POP-S 044	Aterro sanitário

<i>Tipo de material para descarte</i>	<i>Destino Inicial (Recipiente ou local temporário para descarte)</i>	<i>Armazenamento temporário do descarte em destino inicial</i>	<i>Destino Final</i>
Padrões analíticos (substância de referência)	Frasco original	Freezer no Laboratório Análise de Resíduos	Devolução ao Patrocinador
Resíduo de alimentos onde foram analisados pesticidas (A4)	Armazenados em sacos plásticos pretos (POP S 020) e armazenados na Câmara Fria	Câmara Fria	Aterro Sanitário
Resíduo de alimentos com organismos geneticamente modificados onde foram analisados pesticidas (A4)	Descarte em sacos brancos. Após autoclavação do material, conforme POP S034, é colocado em sacos plásticos pretos e armazenados na câmara fria.	Câmara Fria	Aterro Sanitário
Medicamentos sujeitos a controle especial, segundo a Portaria 344/98	Frasco/ embalagem original ou recipiente de descarte das unidades farmacotécnicas utilizadas. (B7)	Sala de armazenamento de amostras ou laboratório de fármacos, em armários trancados sob responsabilidade do farmacêutico responsável.	Devolução ao patrocinador, incineração ou envio à Vigilância Sanitária Municipal.
Medicamentos não sujeitos a controle especial	Frasco/ embalagem original ou recipiente de descarte das unidades farmacotécnicas utilizadas. (B8)	Sala de armazenamento de amostras ou laboratório de fármacos.	Devolução ao patrocinador, ou descaracterização e descarte em lixo hospitalar.
Padrões analíticos (substância de referência)	Frasco original	Freezer/geladeira/armário para fármacos na sala de armazenamento de padrões.	Devolução ao patrocinador, incineração ou envio à Vigilância Sanitária Municipal (se sujeito a controle especial).
Medicamentos sujeitos a controle especial, segundo a Portaria 344/98	Frasco/ embalagem original ou recipiente de descarte das unidades farmacotécnicas utilizadas. (B7)	Sala de armazenamento de amostras ou laboratório de fármacos, em armários trancados sob responsabilidade do farmacêutico responsável.	Devolução ao patrocinador, incineração ou envio à Vigilância Sanitária Municipal.
Resíduos biológicos de estudos com fármacos	Sacos brancos (A)	Recipientes de polietileno tampados (A)	Envio como RSS
Amostras de Domissanitários (B9)	Caixas B9	Bombonas de 50 litros Resíduos B1 e/ou B2	Incineração Aterro sanitário

<i>Tipo de material para descarte</i>	<i>Destino Inicial (Recipiente ou local temporário para descarte)</i>	<i>Armazenamento temporário do descarte em destino inicial</i>	<i>Destino Final</i>
Reagentes vencidos (B5 E B6)	Almoxarifado	Armário de reagentes vencidos	Empresas especializadas para tratamento específico ou doações
Solo artificial contaminado com substâncias testes (B12)	Caixa de Descarte B	Caixa de polietileno tampada	Aterro Sanitário
Materiais e equipamentos contaminados quimicamente ou não. DESCARTE D	Recipientes de coleta comum	Caixas dos pontos de coleta	Aterro sanitário
Vidraria quebrada, <i>via/s</i> utilizados e frascos vazios de solventes/reagentes livres de contaminação (de acordo com o item 8.5) que ponha em risco a vida e o meio ambiente. DESCARTE D	Recipientes de plástico de cor verde acompanhado pelo símbolo específico.	Sacos plásticos de cor verde Descarte D	Reciclagem
Embalagens em geral de plástico DESCARTE D	Recipientes coletores de plástico com o símbolo	Sacos plásticos de cor vermelha	Reciclagem
Materiais Biológicos (A) Perfurocortantes (E)	Frascos de 4 litros Sacos brancos de risco biológico	Bombonas de 50 litros Caixas tampadas e abrigo de armazenamento de resíduos biológicos	Incineração
Materiais Radioativos (C)	Bombonas e caixas específicas e sinalizadas	Sala de descarte especial	CNEN 6.03