



Ministério da Saúde
Fundação Oswaldo Cruz
Escola Nacional de Saúde Pública

***“Avaliação da Gestão de Sítios Contaminados por Resíduos Perigosos nos
EUA, Canadá, Países Europeus e Brasil, e Exemplo de um Manual
Simplificado de Avaliação de Saúde Ambiental destes Sítios para o Brasil”***

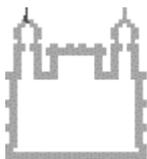
por

Jeanete Solange Braga Magalhães

*Dissertação apresentada com vistas à obtenção do título de Mestre em
Ciências na área de Saúde Pública*

*Orientador principal: Prof. Dr. Ogenis Magno Brilhante
Segundo orientador: Prof. Dr. Odir Clécio da Cruz Roque*

Rio de Janeiro, setembro de 2000



Ministério da Saúde
Fundação Oswaldo Cruz
Escola Nacional de Saúde Pública

Esta dissertação, intitulada

***“Avaliação da Gestão de Sítios Contaminados por Resíduos Perigosos nos
EUA, Canadá, Países Europeus e Brasil, e Exemplo de um Manual
Simplificado de Avaliação de Saúde Ambiental destes Sítios para o Brasil”***

apresentada por

Jeanete Solange Braga Magalhães

foi avaliada pela Banca Examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof. Dr. Antonio José Teixeira Guerra

Prof.^a Dr.^a Ana Elisa Xavier de Oliveira e Dias

Prof. Dr. Ogenis Magno Brilhante - Orientador principal

Dissertação defendida e aprovada em 19 de setembro de 2000

FICHA CATALOGRÁFICA

Magalhães, Jeanete Solange Braga

Avaliação da gestão de sítios contaminados por resíduos perigosos nos EUA, Canadá, Países Europeus e Brasil, e exemplo de um manual simplificado de avaliação de saúde ambiental destes sítios para o Brasil / Jeanete Solange Braga Magalhães - 2000.

xiv, 95 p.

Orientador principal: Prof. Dr. Ogenis Magno Brillhante

Segundo orientador: Prof. Dr. Odir Clécio da Cruz Roque

Dissertação Mestrado - Fundação Oswaldo Cruz, Escola Nacional de Saúde Pública.
Departamento de Saneamento e Saúde Ambiental.

1.saúde ambiental. 2.resíduos perigosos. 3.contaminação química. 4.meio ambiente e saúde pública. 5.avaliação de risco.

1.environmental health 2.hazardous waste. 3.chemical contamination. 4.environment and public health. 5.risk assessment.

I. Brillhante, Ogenis Magno.

II. Fundação Oswaldo Cruz.

III. Avaliação da gestão de sítios contaminados por resíduos perigosos nos EUA, Canadá, Países Europeus e Brasil, e exemplo de um manual simplificado de avaliação de saúde ambiental destes sítios para o Brasil.

□... **E**u digo a você, não existe o mal e não existem forças malignas no mundo. Existem apenas pessoas de consciência e pessoas que estão profundamente adormecidas - e o sono não tem força. Toda a energia está nas mãos das pessoas despertas. E uma pessoa desperta pode acordar o mundo inteiro. Uma vela acesa pode acender milhões de velas sem perder a luz ...□

Osho

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador principal Prof. Dr. Ogenis Magno Brillhante, pelos ideais, incentivo e deliberação mesmo quando teve que se ausentar do País.

Ao meu segundo orientador Prof. Dr. Odir Clécio da Cruz Roque, pela difícil tarefa de compensar a ausência do orientador principal na fase final do desenvolvimento desta dissertação.

Ao Prof. Dr. Antonio José Teixeira Guerra e à Prof.^a Dra. Sandra Baptista da Cunha, da UFRJ, os quais admiro e sou grata desde o meu curso de especialização em Engenharia do Meio Ambiente, e agora tenho a honra de acatá-los como integrantes da Banca Examinadora.

À Prof.^a Dra. Ana Elisa Xavier de Oliveira e Dias e ao Prof. Dr. Carlos Machado de Freitas, do CESTE/ENSP, pela presteza em participar da Banca Examinadora a despeito do momento não ser dos mais propícios para ambos.

Ao Geol. Prof. Dr. Elton Gloeden, da CETESB, pela tranqüilidade e clareza com que atendeu à entrevista realizada.

Aos dois profissionais da SVMA de S. Paulo, Geol. Francisco Adrião Neves da Silva e Geol. Cláudio Benedito Gurdos, pela atenção dada.

Às duas profissionais da FEEMA, Eng.^a Ana Cristina Rangel e Eng.^a Vilma Cardoso pelo pronto atendimento.

Ao pessoal do Cadernos de Saúde Pública (ENSP), pelas informações acerca das instruções para apresentação de referências bibliográficas.

À Prof.^a Rosália Maria de Oliveira e à Prof.^a Maria José Salles, do DSSA/ENSP, pelas informações sobre a Cidade dos Meninos e pelas sugestões amigáveis.

À minha mãe, Maria Braga Magalhães, sempre solícita e demonstrando compreensão em todos os momentos.

Ao meu marido, José Carlos F. Brígido, companheiro que não deixou que eu desanimasse nas situações mais adversas.

RESUMO

A avaliação da saúde ambiental de sítios contaminados por resíduos perigosos é parte integrante do processo de gestão de áreas contaminadas e um resultado do gerenciamento de riscos para a saúde pública e os ecossistemas, o qual utiliza dados de avaliações de riscos, além de considerar outros fatores como regulamentos estaduais e federais, custos, técnicas de tratamento e interação com a comunidade.

Esta pesquisa buscou investigar e avaliar os sistemas de gestão de sítios contaminados por resíduos perigosos nos Estados Unidos, Canadá, Países Europeus e Brasil, além de uma ampla revisão bibliográfica abordando aspectos relativos a grupos internacionais de pesquisa no campo de áreas contaminadas. No Brasil, é recordado o caso do sítio chamado Cidade dos Meninos, situado no município de Duque de Caxias, RJ, com um histórico de contaminação principalmente por hexaclorociclohexano (HCH).

Na metodologia desenvolvida, para responder indagações relevantes e possibilitar uma análise da gestão de sítios contaminados por resíduos perigosos no Brasil e nos outros países, foi aplicado um questionário a órgãos ambientais de dois estados do Brasil (Rio de Janeiro e São Paulo) e um *check-list* a um grupo de 18 países: Alemanha, Áustria, Bélgica, Brasil, Canadá, Dinamarca, Espanha, Estados Unidos, França, Grécia, Holanda, Hungria, Noruega, Portugal, Reino Unido, República Tcheca, Suécia e Suíça. Os resultados do questionário foram obtidos de entrevistas com representantes dos órgãos ambientais, e os resultados do *check-list* através de ampla consulta bibliográfica. A partir das respostas obtidas, foi possível fazer uma comparação entre os aspectos de gestão de áreas contaminadas destes países.

Dentro do grupo pesquisado, foi encontrada similaridade do Brasil com a Grécia e Portugal, isto é, uma presença mínima de atuação na gestão de áreas contaminadas, com vários pontos em comum como a falta de uma legislação específica, de valores de intervenção para o solo, de um registro oficial de áreas contaminadas e de uma estrutura provedora de fundos para a remediação de sítios abandonados.

Inclui-se em anexo um manual com uma metodologia de avaliação de saúde ambiental para sítios contaminados por resíduos perigosos, uma síntese da metodologia da ATSDR dos Estados Unidos, como uma sugestão para ser aplicada no Brasil.

ABSTRACT

The environmental health assessment of contaminated sites from hazardous wastes is an integrant part of the process of contaminated land management and a result from public health and ecosystems risk management, which uses data from risk assessments, besides taking into consideration other factors as federal and state regulations, funds, treatment technologies and integration with the community.

This research aimed at investigating and evaluating the contaminated sites management systems by hazardous waste in the United States, Canada, European Countries and Brazil, besides a wide bibliographical review approaching aspects relative to international groups of research in the field of contaminated lands. In Brazil, is reminded the case of the site named Cidade dos Meninos, located in Duque de Caxias's municipal district, RJ, with an historiacal contamination primarily by hexachlorocyclohexane (HCH).

In the developed methodology, to answer important quests and enable an analysis of the contaminated sites management by hazardous waste in Brazil and in the other countries, a questionnaire was applied to environmental agencies of two states of Brazil (Rio de Janeiro and São Paulo), and a check-list was applied to a group of 18 countries: Austria, Belgium, Brazil, Canada, Czech Republic, Denmark, France, Germany, Greece, Hungary, The Netherlands, Norway, Portugal, Spain, Sweden, Switzerland, United Kingdon and United States of America. The answers of the questionnaire were obtained from interviews with environmental agencies representatives, and the results of the *check-list* from a wide bibliographical research. Starting from the obtained answers, it was possible to make a comparison between the contaminated land management aspects from these countries.

Inside of the researched group, Brazil was similar to Greece and Portugal, that is, a minimum presence of performance in contaminated lands management, with several points in common as the lack of a specific legislation, soil screening values, a contaminated lands' oficial register, and a framework supplying of funds for the contaminated sites remediation.

This dissertation contains in attachment, a manual with a methodology of environmental health assessment to contaminated sites by hazardous waste, a synthesis of ATSDR's methodology from United States, as a suggestion to be applied in Brazil.

SUMÁRIO

Resumo	iv
<i>Abstract</i>	v
Lista de Anexos	vii
Lista de Quadros	viii
Lista de Figuras	x
Lista de Abreviaturas / Acrônimos	xi
Glossário de Termos	xiii
INTRODUÇÃO	1
CAPÍTULO 1: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
1.1. Saúde Ambiental	5
1.2. Sítios Contaminados por Resíduos Perigosos	6
1.3. Avaliação de Risco em Áreas Contaminadas por Resíduos Perigosos	7
1.3.1. Avaliação de Risco à Saúde Humana em Sítios de <i>Superfund</i>	9
1.3.2. Avaliação de Saúde da ATSDR	12
1.3.3. Avaliação de Risco Ecológico	12
1.3.4. Gerenciamento do Risco	17
1.4. Gestão de Sítios Contaminados no Exterior	17
1.4.1. Gestão de Sítios Contaminados nos Estados Unidos	17
1.4.1.1. Love Canal	18
1.4.1.2. Programas Federais de Limpeza nos Estados Unidos	20
1.4.1.3. <i>Brownfields</i>	24
1.4.1.4. ATSDR	26
1.4.2. Gestão de Sítios Contaminados no Canadá	28
1.4.3. Gestão de Sítios Contaminados nos Países Europeus Através de Grupos Internacionais	29
1.4.4. África e Oriente Próximo e os Pesticidas Obsoletos	33
CAPÍTULO 2: GESTÃO DE SÍTIOS CONTAMINADOS POR RESÍDUOS PERIGOSOS NO BRASIL / CIDADE DOS MENINOS	35
2.1. Avaliação da Gestão de Sítios Contaminados por Resíduos Perigosos no Brasil ..	35
2.1.1. São Paulo	36
2.1.2. Rio de Janeiro	41

SUMÁRIO (continuação)

2.2. Legislação Pertinente	42
2.2.1. Legislação Internacional Adotada no Brasil	43
2.2.2. Legislação Brasileira Federal	44
2.2.3. Legislação do Estado do Rio de Janeiro	45
2.3. Cidade dos Meninos	46
CAPÍTULO 3: METODOLOGIA	51
3.1. Metodologia de Campo	51
3.2. Metodologia Analítica	57
CAPÍTULO 4: RESULTADOS E DISCUSSÃO	59
4.1. Avaliação da Gestão de Sítios Contaminados no Exterior e no Brasil	59
4.2. Manual de Avaliação de Saúde Ambiental para Sítios Contaminados por Resíduos Perigosos	79
CAPÍTULO 5: CONCLUSÃO	81
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	84

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A. Resultados do <i>Check-list</i> e Cálculos Numéricos.....	A-1
ANEXO B. Bibliografia Suplementar	B-1
ANEXO C. Manual de Avaliação de Saúde Ambiental para Sítios Contaminados por Resíduos Perigosos	C-1
ANEXO D. Níveis de Risco Mínimo - MRLs	D-1

Obs.: O anexo C tem Sumário próprio.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1.	Impactos Negativos em Comunidades, como Resultado de Viverem na Área de Influência Direta de Sítios Contaminados por Resíduos Perigosos .	11
Quadro 2.	Lista de Entidades Ecológicas	14
Quadro 3.	Integração dos Riscos Ecológico e a Saúde Humana	15
Quadro 4.	Perfil do Sítio Love Canal	18
Quadro 5.	Questionário para Avaliação da Gestão de Sítios Contaminados no Rio de Janeiro e em São Paulo	52
Quadro 6.	Países Selecionados e Respectivas Superfícies	53
Quadro a-1.	Tem legislação federal específica para o solo?	A-1
Quadro a-2.	O País está bem embasado em termos de legislação para APCs?	A-2
Quadro a-3.	O País tem valores de intervenção para avaliação de solos contaminados?	A-3
Quadro a-4.	Qual o foco principal do País em termos de bens a proteger?	A-4
Quadro a-5.	Qual a principal ameaça de contaminação ambiental enfrentada pelo País atualmente?	A-5
Quadro a-6.	As autoridades são responsáveis pelo registro de APCs ou ASCs?	A-6
Quadro a-7.	As APCs ou ASCs são registradas em cada um dos Estados ou Municípios da Federação?	A-7
Quadro a-8.	As autoridades são responsáveis pela investigação de APCs?	A-8
Quadro a-9.	As autoridades são responsáveis pela avaliação de risco de ASCs?	A-8
Quadro a-10.	A legislação define responsabilidades quanto à remediação do sítio?	A-9
Quadro a-11.	As autoridades são responsáveis pela supervisão das medidas de controle?	A-10
Quadro a-12.	O País tem uma estrutura provedora de fundos para a remediação de áreas contaminadas abandonadas?	A-11
Quadro a-13.	Qual o número estimado ou registrado de APCs?	A-12
Quadro a-14.	Qual o número estimado ou registrado de ASCs?	A-12
Quadro a-15.	Qual o número estimado ou registrado de ACs?	A-13
Quadro a-16.	Qual o tipo de APC, ASC ou AC, predominante?	A-13
Quadro a-17.	Qual o número de áreas contaminadas que estão em processo de remediação ou que já foram restauradas no País?	A-14
Quadro a-18.	Qual o método/tecnologia de remediação tem sido mais usado no País? ..	A-14
Quadro a-19.	O País tem algum programa de redensolvimento de <i>brownfields</i> ?	A-15

LISTA DE QUADROS (continuação)

Quadro a-20. Superfície da Região Metropolitana de São Paulo por APC	A-15
Quadro a-21. Superfície do País por Área Potencialmente Contaminada	A-15
Quadro a-22. Superfície do País por Área Suspeita de Contaminação	A-16
Quadro a-23. Superfície do País por Área Contaminada	A-16
Quadro a-24. Percentual de ARs e Número de ACs à Espera de Remediação	A-16
Quadro c-1. Considerações na Seleção dos Contaminantes de Interesse	C-13
Quadro c-2. Rotas de Exposição	C-15
Quadro c-3. Fatores Químicos e Fatores Específicos do Sítio que Afetam os Mecanismos de Transporte	C-17
Quadro c-4. Classificação da Constante da Lei de Henry	C-19
Quadro c-5. Classificação do K_{OC}	C-19
Quadro c-6. Vias de Exposição Específicas de Cada Meio	C-23
Quadro c-7. Estimativa da População Afetada pelas Rotas de Exposição	C-25
Quadro c-8. Percentual 50 da Área da Superfície Corporal Total	C-29
Quadro c-9. Percentual 50 da Área da Superfície de Parte Específica do Corpo em Homens	C-30
Quadro c-10. Valores Padrões de Exposição Dérmica ao Solo	C-30
Quadro c-11. Ações de Saúde Pública	C-38
Quadro c-12. Categorias de Conclusões, Recomendações e Ações de Saúde Pública	C-40
Quadro c-13. Formato para a Avaliação de Saúde	C-40
Quadro d-1. Níveis de Risco Mínimo - MRLs	D-2

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Processo Básico da Avaliação de Risco à Saúde Humana em Sítio de <i>Superfund</i> , pela Metodologia da U.S. EPA	10
Figura 2. Etapas do Processo de Avaliação de Saúde da ATSDR	12
Figura 3. Processo de Avaliação de Risco Ecológico em Sítio de <i>Superfund</i>	16
Figura 4. Maiores Grupos de Pesticidas Obsoletos Encontrados na África e no Oriente Próximo até Setembro de 1996	34
Figura 5. Diagrama explicativo de como os compostos orgânicos volatizam de uma camada livre de combustível que pode causar vapores perigosos	43
Figura 6. Países Europeus Seleccionados	54
Figura 7. Países das Américas Seleccionados	54
Figura 8. Disponibilidade de Legislação Federal Específica para o Solo	60
Figura 9. Disponibilidade de Legislação Geral para Áreas Contaminadas	60
Figura 10. Disponibilidade de Valores de Intervenção para Avaliação de Solos Contaminados	61
Figura 11. Foco Principal dos Países em Termos de Bens a Proteger	62
Figura 12. Principal Ameaça de Contaminação Ambiental Enfrentada pelos Países.....	64
Figura 13. Responsabilidade das Autoridades pelo Registro de APCs, ASCs ou ACs	65
Figura 14. Registro de APCs, ASCs ou ACs em Cada Um dos Estados ou Municípios	65
Figura 15. Responsabilidade das Autoridades pela Investigação de APCs	66
Figura 16. Responsabilidade das Autoridades pela Avaliação de Risco das ASCs	67
Figura 17. Definição da Legislação quanto à Responsabilidade pela Remediação do Sítio .	68
Figura 18. Responsabilidade das Autoridades pela Supervisão das Medidas de Controle ...	68
Figura 19. Estrutura Provedora de Fundos para a Remediação de ACs Abandonadas	69
Figura 20. Superfície do País por Área Potencialmente Contaminada	71
Figura 21. Superfície do País por Área Suspeita de Contaminação	72
Figura 22. Superfície do País por Área Contaminada	74
Figura 23. Tipo de APC, ASC ou AC Predominante	75
Figura 24. Percentual de ARs	76
Figura 25. Número de ACs à Espera de Remediação	76
Figura 26. Método ou Tecnologia de Remediação Mais Usado	78
Figura 27. Programa de Redesenvolvimento de <i>Brownfields</i>	79
Figura c-1. Rotas de Exposição	C-14

LISTA DE ABREVIATURAS / ACRÔNIMOS

AC - Área Contaminada

ALSAG - *Atlastensanierungsgesetz* - Lei Federal Austríaca de Limpeza de ACs

APC - Área Potencialmente Contaminada

AR - Área Contaminada que está em processo de Remediação ou que já foi Restaurada

ASC - Área Suspeita de Contaminação

ATSDR - Agency for Toxic Substances and Disease Registry

CARACAS - Concerted Action on Risk Assessment for Contaminated Sites in the EU

CCME - Canadian Council of Ministers for the Environment

CCMS - Committee on the Challenges of Modern Society

CEE - Central and Eastern European Countries

CEPIS - Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente

CERCLA - Comprehensive Environmental Response, Compensation and Liability Act

CERCLIS - Comprehensive Environmental Response, Compensation and Liability Information System

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (de São Paulo)

CLARINET - Contaminated Land Rehabilitation Network for Environmental Technologies

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

CUED - Council for Urban Economic Development

DDT - tricloro bis(clorofenil)etano

DESRT - Development and Demonstration of Site Remediation Technology

EC - European Commission

EEA - European Environment Agency

ETC/S - European Topic Centre on Soil

EU - European Union

FAO - Food and Agriculture Organization

FEEMA - Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente (do Rio de Janeiro)

FEPAM - Fundação Estadual de Proteção Ambiental (do Rio Grande do Sul)

FPC - Fator Potencial de Câncer

GAMA - Guia para a Avaliação de Meios Ambientais

GTZ - Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit - Agência Alemã para Cooperação Técnica

HCH - hexaclorociclohexano

LISTA DE ABREVIATURAS / ACRÔNIMOS (continuação)

HRS - Hazard Ranking System

HSEES - Hazardous Substances Emergency Events Surveillance

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IPC - Índice de Potencial de Consumo

ISO TC 190/SC 7 - Soil Quality - Soil and Site Assessment

MMA - Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal

MRL - Minimal Risk Level

NATO - North Atlantic Treaty Organization

NCP - National Contingency Plan

NCSRP - National Contaminated Sites Remediation Program

NICOLE - Network for Industrially Contaminated Land in Europe

NPL - National Priorities List

OECD - Organization for Economic Co-operation and Development

OPS - Organización Panamericana de la Salud

PAHs - hidrocarbonetos policíclicos aromáticos

PCBs - bifenilas policloradas

PUC - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro

RCRA - Resource Conservation and Recovery Act

REBRAMAR - Rede Brasileira de Manejo Ambiental de Resíduos

RMSP - Região Metropolitana de São Paulo

RTD - Research, Technological Development and Demonstration Activities (da EU)

SARA - Superfund Amendments and Reauthorization Act

SGI - Sistema Geográfico de Informações

SVMA - Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente (do Município de São Paulo)

TOADS - Temporarily Obsolete Abandoned Derelict Site

TSDFs - Treatment, Storage, and Disposal Facilities

U.S. DOJ - United States Department of Justice

U.S. EPA - United States Environmental Protection Agency

USTs - Underground Storage Tanks - Tanques de Armazenamento Subterrâneos

VOCs - compostos orgânicos voláteis

WHO - World Health Organization

GLOSSÁRIO DE TERMOS

Agente (ou *Stressor*) - Qualquer entidade física, química ou biológica que pode induzir a uma resposta adversa em um organismo após este ter sido exposto.

Brownfields - São sítios ou propriedades industriais e comerciais abandonados, inativos ou sub-utilizados, os quais foram ou estão sendo largados desocupados porque existe resíduo/poluição no sítio.

Comprehensive Environmental Response, Compensation, and Liability Act (CERCLA) - É uma lei federal americana de 1980 que criou uma taxa especial que consolidou um capital de crédito, comumente conhecido como *Superfund*, para ser usado para investigar e limpar sítios com resíduos perigosos abandonados ou sem controle.

Hazard Ranking System (HRS) - É o principal mecanismo que a Agência de Proteção Ambiental dos EUA usa para colocar sítios com resíduos perigosos na Lista Nacional de Prioridades, constituindo-se num sistema de discriminação numérica que usa informação da avaliação preliminar e da inspeção do sítio para determinar o potencial relativo de sítios que representam uma ameaça imediata à saúde humana e/ou ao meio ambiente.

Integrated Risk Information System (IRIS) - É uma base de dados eletrônica que contém a última informação regulamentar quantitativa e descritiva da U.S. EPA sobre constituintes químicos, tanto os de efeitos à saúde carcinogênicos, como os não carcinogênicos.

Minimal Risk Level (MRL) - Uma estimativa da exposição diária de um ser humano a um composto químico (em mg/kg/dia) que é provável que não apresente um risco considerável de efeitos adversos (não carcinogênicos) ante uma exposição de duração específica.

National Priorities List (NPL) - É a Lista Nacional de Prioridades da U.S. EPA dos casos mais graves de sítios com resíduos perigosos abandonados ou descontrolados, identificados para uma possível resposta de remediação de longo prazo de acordo com o *Superfund*. A lista é atualizada no mínimo uma vez por ano e a inclusão de um sítio obedece à pontuação recebida no HRS. O dinheiro do *Superfund* pode ser usado para limpar apenas sítios que estão na NPL.

Remediação *ex situ* - Todo processo de remediação aplicado a solo escavado.

Remediação *in situ* - Todo processo de remediação que ocorre em solo que não foi escavado, o qual permanece relativamente impertubado.

GLOSSÁRIO DE TERMOS (continuação)

Risco à saúde humana *de manifestis* (ou altamente significativa) - Risco de câncer maior ou igual a 10^{-4} ou um quociente/índice de perigo maior ou igual a 1 para qualquer contaminante individual ou para exposições combinadas através de contaminantes de efeitos toxicológicos similares.

Risco à saúde humana *de minimis* (ou insignificante) - Risco de câncer menor ou igual a 10^{-6} ou um quociente de perigo menor que 1 para qualquer contaminante individual ou para exposições combinadas através de contaminantes de efeitos toxicológicos similares.

Risco à saúde humana intermediário - Risco de câncer entre 10^{-4} e 10^{-6} .

Risco ecológico *de manifestis* (ou altamente significativa) - Riscos para indivíduos, populações ou comunidades, que têm proteção legal especial ou extraordinário valor local, incluindo faixas marginais de corpos d'água, espécies ameaçadas e em extinção, mamíferos marinhos, etc.

Risco ecológico *de minimis* (ou insignificante) - Riscos que correspondem a menos de 20% de redução na abundância ou produção de um parâmetro populacional dentro de um habitat adequado dentro de uma unidade de área, perda de menos de 20% de espécies em um parâmetro da comunidade em uma unidade de área, perda de menos de 20% da área de um parâmetro da comunidade em uma unidade de área.

Risco ecológico intermediário - Riscos para parâmetros de populações e comunidades que ultrapassam o limite de 20% em uma unidade de área, mas não têm proteção local ou legal especial.

Screening - Significa rastreamento, reconhecimento. É um instrumento de investigação local para áreas suspeitas de contaminação, e tem como objetivo confirmar ou definir a existência de contaminantes (com a lista dos suspeitos), a distribuição espacial da contaminação e valores aproximados de concentração média.

Superfund - É o fundo de crédito provido para a limpeza de substâncias perigosas liberadas no meio ambiente. O *Superfund* foi estabelecido pela CERCLA (USA) e subseqüentes emendas. O termo *Superfund* também é usado em referência aos programas de limpeza designados e conduzidos pela CERCLA e subseqüentes emendas.

INTRODUÇÃO

Há cerca de três décadas, a incidência de áreas contaminadas em diversos países eram percebidas como incidentes raros, mas com conseqüências possivelmente catastróficas para a saúde humana e o meio ambiente. Na década de 70, por exemplo, eventos catastróficos a que se deram ampla publicidade foi a descoberta de mais de 200 tipos de resíduos industriais perigosos no Love Canal em Niagara Falls, Nova Iorque (NYSDOH, 1981), e de resíduos de disposição irregular de indústria de tintas em Lekkerkerk, Holanda (Andrade, 1996), ambos em zonas residenciais e causando danos graves à saúde da população. A partir daí, o público ficou ciente de que a liberação de substâncias perigosas causariam efeitos adversos na saúde de pessoas expostas a essas substâncias. Em reação, políticos de alguns países responderam através da busca pelo controle do risco causado pela poluição, que deveria ser removida ou contida, gerando legislação pertinente e considerando viabilidade técnica.

Em decorrência do grande número de eventos de liberações descontroladas ou ilegais, ou a ameaça de liberação de uma ou mais substância perigosa, principalmente em sítios ou terrenos industriais abandonados, países desenvolvidos viram-se na urgência de criar uma gestão de sítios contaminados por substâncias tóxicas e metodologias de avaliação de riscos para a saúde do homem e do ambiente, como um meio de embasar tecnicamente de forma apropriada as medidas de intervenção e remediação.

Nos Estados Unidos, o congresso aprovou em 1980 o *Comprehensive Environmental Response, Compensation and Liability Act* - CERCLA, conhecido como *Superfund*, cuja responsabilidade pela implementação ficou a cargo da *United States Environmental Protection Agency* - U.S. EPA, lei que taxou as indústrias químicas e de petróleo e concedeu autoridade Federal para responder diretamente às liberações ou ameaças de liberações de substâncias perigosas que podem por em risco a saúde pública ou o meio ambiente. O CERCLA ou *Superfund* (fundo de crédito/programa de limpeza para sítios contaminados) criou em 1980 a *Agency for Toxic Substances and Disease Registry* - ATSDR, que é uma agência de comando dentro do Serviço de Saúde Pública, constituindo em algumas das suas atribuições a implementação de legislações relacionadas com a saúde objetivando proteger a população e o meio ambiente de substâncias perigosas, e a condução de avaliação de saúde pública em cada um dos locais da lista nacional de prioridades da U.S. EPA.

No Canadá, desde 1989, o *Canadian Council of Ministers of the Environment* - CCME iniciou o Programa Nacional de Recuperação de Áreas Contaminadas que impulsionou a gestão de sítios contaminados com materiais perigosos originados de atividades industriais ou comerciais.

Na Europa, vários grupos de trabalho, pesquisa e divulgação no âmbito de áreas contaminadas surgiram nos últimos anos (desde 1994): o Fórum Comum - *Common Forum for Contaminated Land in the European Union*; *Concerted Action for Contaminated Sites in the European Union* - CARACAS; *Network for Industrially Contaminated Land in Europe* - NICOLE; *Contaminated Land Rehabilitation Network for Environmental Technologies* - CLARINET. Estes grupos são frutos de uma plataforma de cooperação dos países membros da Comunidade Européia (EU), da Comissão Européia (EC) e da Agência Européia Ambiental (EEA), congregando cientistas de organizações de pesquisa, autoridades ambientais nacionais e *experts* reconhecidos em avaliação de risco de sítios contaminados, o que propiciou o desenvolvimento da gestão de áreas contaminadas nos países componentes.

Grupos internacionais com objetivos comuns desenvolveram-se nas últimas décadas: o Conselho do *North Atlantic Treaty Organization* - NATO estabeleceu o *Committee for Challenges to Modern Society* - CCMS em 1969, que tem abordado a transferência de tecnologia e soluções científicas entre nações com problemas ambientais similares, mais especificamente tecnologias de remediação; Ad Hoc *International Working Group for Contaminated Land* iniciou-se em 1993, envolvendo 20 países e organizações internacionais como a *Food and Agriculture Organization* - FAO e a *Organization for Economic Co-operation and Development* - OECD, e cobrindo aspectos políticos de áreas contaminadas.

No Brasil, principalmente em São Paulo, onde situa-se o maior centro industrial do País, tem aumentado o número de áreas potencialmente contaminadas, tanto que a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental - CETESB, com a Cooperação Técnica do Governo da Alemanha através do Projeto CETESB/GTZ, desde 1993 tem trabalhado com o objetivo de definir metodologias para identificação, avaliação e investigação de áreas contaminadas e de verificar as medidas de remediação mais adequadas a serem adotadas para cada caso, além do desenvolvimento de um Cadastro de Áreas Contaminadas integrando um banco de dados informatizado. Foi elaborado em pré-edição para avaliação interna o *Manual de Áreas Contaminadas* (CETESB/GTZ, 1997b), que possibilita orientar as ações nas questões que envolvem o gerenciamento de áreas

contaminadas: postos de gasolina, áreas de disposição de resíduos, lixões, indústrias ativas e desativadas. Consta no *Sistema Geográfico de Informações e Cadastro de Áreas Contaminadas* (CETESB, 1998), 41 000 áreas potencialmente contaminadas na Região Metropolitana de São Paulo. A Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente de São Paulo - SVMA também atua na gestão de áreas contaminadas através dos Departamentos de Controle Ambiental, tendo iniciado recente convênio com o Projeto CETESB/GTZ.

No Rio de Janeiro a Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente - FEEMA, não tem noção do número de áreas potencialmente contaminadas, além de adotar uma política de só enfatizar casos de grande proporção como o da Cidade dos Meninos, ainda à espera de resoluções do Governo Federal. O sítio chamado Cidade dos Meninos situa-se no município de Duque de Caxias-RJ, onde desde 1961 o Ministério da Saúde abandonou cerca de 350 ton do pesticida hexaclorociclohexano (HCH), ficando à revelia desde então e só redescoberto publicamente em 1989 (Bastos, 1999), quando a partir daí houveram algumas pesquisas técnicas (Oliveira, 1994; Borges, 1996; Braga, 1996; Barreto, 1998; Bastos, 1999; Mello, 1999) e intervenções. Além de prestar assistência emergencial a acidentes com produtos químicos, a FEEMA tem desenvolvido um trabalho referente à contaminação em postos de gasolina tendo como respaldo a Lei Estadual N.º 2.803/97. Existe a carência, em um sentido mais abrangente, de uma gestão de sítios contaminados por resíduos perigosos e um cadastramento de áreas potencialmente contaminadas, e ainda não foi absorvida uma metodologia de avaliação dessas áreas.

Os **objetivos gerais** deste estudo incluem: a investigação e comparação dos sistemas de gestão de sítios contaminados por resíduos perigosos nos Estados Unidos, Canadá, Países Europeus e Brasil; a proposição de um manual simplificado com uma metodologia de avaliação de saúde ambiental de sítios contaminados por resíduos perigosos, que se pode aplicar no Brasil; e a viabilização técnica da metodologia apresentada, pela divulgação de fontes de pesquisa de acesso facilitado.

Os **objetivos específicos** incluem: análise da situação da gestão de sítios contaminados por substâncias tóxicas no Brasil e a comparação com alguns países; coleta e apresentação de vários endereços eletrônicos via Internet, disponibilizando informações relevantes ao assunto abordado; síntese, em manual, da metodologia de avaliação de riscos à saúde da ATSDR (1992a; 1992b), incluindo os biomarcadores nutricionais e a avaliação microbiológica sugeridos por Díaz-Barriga (1998) na metodologia de avaliação de riscos

para a saúde em sítios contaminados da *Organización Panamericana de la Salud* - OPS para países em desenvolvimento.

Este estudo foi dividido basicamente em duas partes: a primeira, apresenta a comparação dos sistemas de gestão de sítios contaminados por resíduos perigosos no Brasil e em outros países; a segunda, em anexo, é composta pela síntese da metodologia de avaliação de saúde ambiental de sítios contaminados por resíduos perigosos da ATSDR.

No capítulo 1 é apresentada uma revisão bibliográfica com a abordagem de aspectos relacionados à avaliação de riscos à saúde e ao meio ambiente em sítios contaminados por resíduos perigosos, e uma investigação do panorama mundial da gestão de áreas contaminadas, enfatizando os Estados Unidos, Canadá e Países Europeus.

O capítulo 2 contém a avaliação da gestão de sítios contaminados por resíduos perigosos no Brasil, a descrição do caso de contaminação por organoclorados na Cidade dos Meninos e referências à legislação pertinente.

O capítulo 3 expõe as metodologias de campo e analítica, incluindo o *check-list* aplicado aos países estudados e o questionário aplicado às instituições ambientais de São Paulo e do Rio de Janeiro, além da descrição da metodologia utilizada para a confecção do manual de avaliação de saúde ambiental para sítios contaminados.

No capítulo 4 são apresentados os resultados da investigação da gestão de sítios contaminados por resíduos perigosos nos países selecionados, através da coleta do resultado dos quadros das respostas, os quais foram transferidos para gráficos que traduzem a situação nos países investigados, e uma discussão desses dados que são comparados entre si. Também uma discussão sobre o manual de avaliação de saúde ambiental e dificuldades de aplicação no Brasil.

O capítulo 5 traz a conclusão, que reúne os principais dados obtidos nos resultados para comparação com o Brasil, uma visão geral a nível mundial da gestão de sítios contaminados por resíduos perigosos e comentário sobre a importância e aplicabilidade do manual de avaliação de saúde no Brasil.

Nos anexos são apresentados os quadros com os resultados da aplicação do *check-list* a cada país estudado e cálculos numéricos, informações bibliográficas suplementares para consulta, o *Manual de Avaliação de Saúde Ambiental de Sítios Contaminados por Resíduos Perigosos* e os Níveis de Risco Mínimo (MRLs).

CAPÍTULO 1

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.1. Saúde Ambiental

Em países em desenvolvimento, a maioria das referências à saúde ambiental ainda são aqueles fatores ambientais que contribuem para a propagação de doenças infecciosas, todas as quais requerem abastecimento de água seguro, saneamento básico, abrigo adequado, disponibilidade de comida, práticas de higiene e controle de vetores de doenças. A questão de áreas contaminadas por resíduos tóxicos e perigosos não parece ser uma prioridade nesses países, devido à falta de divulgação dos casos existentes e ausência de informação até mesmo do que seja sítios contaminados por resíduos perigosos.

Até pouco tempo quando se falava em saúde referia-se apenas à saúde do homem, porém hoje reconhecemos que se o meio ambiente adocece, o homem também é afetado, propiciando o desenvolvimento de procedimentos que relacione os efeitos na saúde do homem à dependência dos fatores socioeconômicos e ambientais ou estudemos conjuntamente os efeitos na saúde do homem e dos ecossistemas (Brilhante, 1998). Admite-se uma interdependência entre ambiente e saúde, e requer-se uma multidisciplinaridade para o enfoque desses aspectos. Como nos afirma Brilhante (1999), a melhora da qualidade da saúde ambiental será uma consequência de processos ecologicamente sustentáveis.

A avaliação de saúde ambiental de sítios contaminados por resíduos perigosos é resultante do processo de gestão de riscos para a saúde pública. Este processo utiliza dados de avaliações de riscos à saúde humana e ecológica, além de considerar outros fatores como regulamentos estaduais e federais, custos, técnicas de tratamento e interação com a comunidade. A avaliação da saúde ambiental parte do princípio de que homem e ecossistemas são interdependentes: toda e qualquer alteração no meio ambiente vai afetar a saúde do homem, assim como as ações antrópicas vão ocasionar impactos ambientais.

A necessidade de avaliação de riscos ambientais de áreas contaminadas, existe em função do rápido desenvolvimento tecnológico e industrial geradores de complexos sistemas produtivos e resíduos, disposição inadequada dos rejeitos, do rápido crescimento da indústria química e de diversas atividades antrópicas que introduzem substâncias químicas no ambiente, como a aplicação de pesticidas, além de que algumas

dessas substâncias são persistentes e acima de determinados níveis ocasionam efeitos adversos à saúde humana e aos ecossistemas.

1.2. Sítios Contaminados por Resíduos Perigosos

Os resíduos perigosos podem ser substâncias químicas simples ou uma mistura de várias substâncias, geralmente refere-se a materiais que são desprezados quando o produtor não pode dar-lhes outra utilização, sendo considerados perigosos porque supõe-se um perigo potencial para a saúde do homem e dos ecossistemas devido à sua natureza e quantidade, e que requer técnicas de manejo especiais (Environment Canada, 1999). Quando uma substância é perigosa em um país, será de igual magnitude em outro, uma vez que o perigo está relacionado com uma propriedade da substância, como a inflamabilidade ou a toxicidade, enquanto o risco depende do grau de dano que poderia causar a partir do perigo que consideramos aceitável (Fundación Europea para la Mejora de las Condiciones de Vida y de Trabajo, 1988).

Segundo a norma brasileira NBR 10004 (ABNT, 1987), os resíduos perigosos são os resíduos Classe I, que apresentam periculosidade devido a riscos à saúde do homem e ao meio ambiente em função de suas propriedades físicas, químicas ou infecto-contagiosas, podendo ocasionar um aumento da mortalidade ou incidência de doenças. Podem apresentar uma ou mais das seguintes características: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade.

Quando são encontradas substâncias químicas ou perigosas no solo ou lençóis d'água em concentrações maiores que as de *background*, a área é considerada contaminada (MOEE, 1996b). Essas contaminações estão relacionadas com atitudes negligentes ou liberações involuntárias de resíduos ou produtos de reação gerados pelos resíduos. Segundo a U.S. EPA (1997g), as liberações ocorrem quando substâncias perigosas entram no ambiente, incluindo todos os meios: ar, solo (superficial ou estratos subsuperficiais), água superficial e águas subterrâneas (incluindo o suprimento de água potável). O potencial de ameaça atribuído por liberações contínuas de substâncias perigosas é determinado pela avaliação da sua toxicidade, a quantidade e frequência da liberação, e a proximidade e natureza do ambiente e da população potencialmente exposta., quando poderão ser avaliados todos os riscos gerados por cada liberação.

Atualmente, em todo o mundo, sítios contaminados não são mais percebidos em termos de poucos incidentes severos, mas como problema infra-estrutural de ampla difusão variando de intensidade e significância (Ferguson, 1999). Em inúmeras áreas, urbanas ou rurais, são identificados sítios potencialmente contaminados. São áreas industriais ou comerciais, desde postos de gasolina a complexos industriais químicos, que foram desativados, abandonados, ou mesmo em funcionamento mas com manuseio, processamento e disposição negligente de substâncias tóxicas; aterros e lixões de resíduos industriais e/ou domésticos para os quais não houve projetos, zoneamento e gerenciamento adequados, contribuindo para a ocorrência da lixiviação e a conseqüente contaminação do solo, biota, águas superficiais e subterrâneas; e áreas agrícolas onde houve excessiva aplicação de pesticidas.

1.3. Avaliação de Risco em Áreas Contaminadas por Resíduos Perigosos

Usos passados do sítio como disposição de resíduos, tratamento de madeira, podem ter deixado substâncias químicas no solo ou contaminantes que se deslocaram para o ar, as águas subterrâneas e superficiais, que ainda podem ter alcançado populações através da cadeia alimentar ou por contato direto com o meio contaminado (U.S. EPA, 1997h).

A avaliação de risco é a caracterização qualitativa e quantitativa de efeitos adversos à saúde em indivíduos ou em populações, como resultado de uma exposição humana a um perigo ambiental. Refere-se à avaliação científica e técnica da natureza e magnitude do risco, e usa uma base real para definir efeitos na saúde de exposição de indivíduos ou populações a situações e contaminantes perigosos. A avaliação de risco é um processo fundamental para a gestão e a comunicação de risco. É o primeiro passo no desencadeamento de processos decisórios, advém do conhecimento causa-efeito e possíveis danos ocasionados pela exposição a um determinado agente químico.

A avaliação de riscos é um instrumento de manejo na investigação de sítios com resíduos perigosos para estabelecer níveis de limpeza ou remediação de um sítio, para a normalização de níveis permissíveis ou aceitáveis de contaminação, e o controle de descarga, armazenamento e transporte de resíduos perigosos.

Muitas decisões políticas da U.S. EPA são baseadas em parte nos resultados de avaliação de risco, uma análise da informação científica de riscos existentes e projetados para a saúde humana e o meio ambiente que se utiliza de diferentes tipos de conceitos e

dados científicos como exposição, toxicidade, epidemiologia e ecologia, que buscam caracterizar o risco esperado associado a um agente ou ação particular no contexto ambiental (U.S. EPA, 1997c).

Num sentido simplificado, os riscos para populações relacionados a substâncias tóxicas são uma função de dois fatores mensuráveis: toxicidade e exposição (Life Systems, Inc, 1985).

A contaminação ou produção de acidentes é um resultado circunstancial em que, além da substância química ser perigosa ou tóxica, deve romper-se a barreira existente entre a substância e o entorno, estar presente e formada no meio ambiente em níveis significantes, e acessível à exposição ou em dispersão, ao alcance de um objeto sensível (homem ou meio ambiente).

Em estudos de avaliação de risco de sítios contaminados por resíduos perigosos, risco é definido como “a probabilidade de um evento adverso devido a perturbações no meio ambiente” (MOEE, 1996a), podendo ser representado pela expressão:

$$\text{Risco} = \text{Severidade de um evento (Perigo)} \times \text{Exposição}$$

O objetivo principal da avaliação de risco é embasar política e tecnicamente as decisões que vão determinar prioridades para o gerenciamento do risco. De acordo com o *Manual de Áreas Contaminadas* da CETESB/GTZ (1997b), os principais objetivos da avaliação de risco são: determinar a necessidade de remediação do sítio em função do uso atual ou proposto; o estabelecimento de níveis de remediação aceitáveis para a condição de uso e ocupação do solo no local e arredores; a seleção da técnica de remediação adequada para a situação.

É oportuno ressaltar que mesmo nos países desenvolvidos, como é observado através de Hoskin *et al.* (1994), que pesquisaram 17 ocupações envolvidas em tarefas de remediação de sítios contaminados por resíduos perigosos, existe a tendência de se ignorar os perigos para os trabalhadores em discussões sobre riscos associados a remediações de sítios com resíduos perigosos. A avaliação de riscos para os trabalhadores deveria representar um importante papel na seleção do método de limpeza do sítio com resíduos perigosos, funcionando como um aspecto de viabilidade técnica. De acordo com a pesquisa realizada, os riscos de fatalidade para trabalhadores engajados na remediação foi de 10^{-1} a 10^{-2} , ordens de magnitude bem maiores que 10^{-6} , o critério de risco de câncer para seres humanos freqüentemente usado em discussões sobre riscos de remediação e nos riscos de câncer vigente para o público em geral.

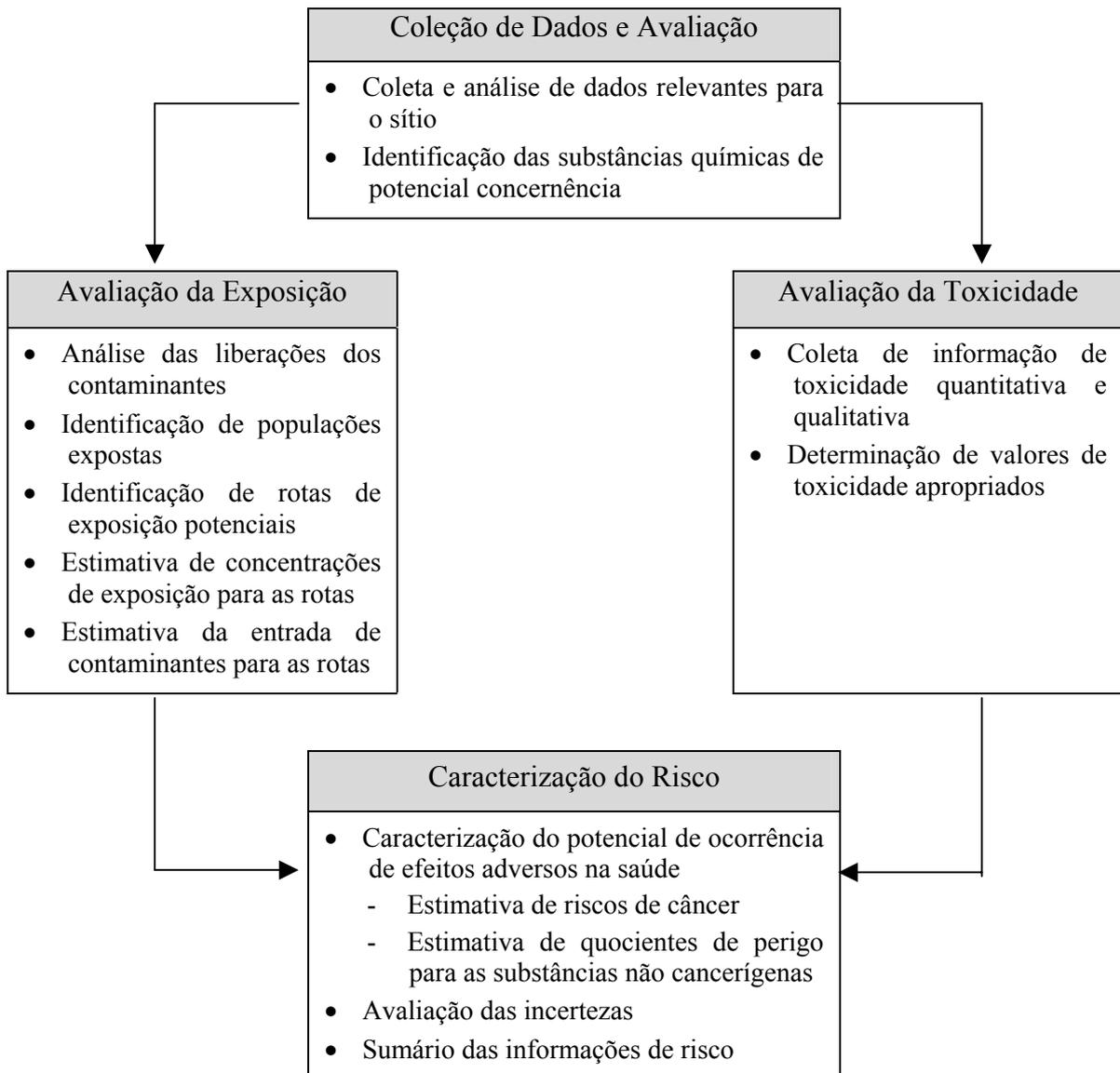
1.3.1. Avaliação de Risco à Saúde Humana em Sítios de *Superfund*

A avaliação de risco à saúde humana é a avaliação da probabilidade de conseqüências adversas na saúde do homem pela presença de substâncias perigosas em um determinado sítio, levando em consideração que muitos contaminantes podem estar presentes simultaneamente nos vários meios, tais como alimento, ar, água, solo ou poeira e produtos de consumo, e que eles podem alcançar os receptores através das rotas de exposição (MOEE, 1996a). Nessas avaliações, os efeitos carcinogênicos e não-carcinogênicos devem ser considerados.

A U.S. EPA (1989; 1991b; 1991c; 1998i; 1999h) criou guias de orientação específicas para a avaliação de riscos à saúde em sítios de *Superfund*, com metodologia predominantemente quantitativa (**Figura 1**), que é uma caracterização da probabilidade de efeitos adversos de exposições humanas a perigos ambientais, cujas caracterizações químicas utilizam modelos biológicos e estatísticos para calcular estimativas numéricas de risco à saúde. A informação gerada será usada nas decisões de gerenciamento de risco para estabelecer níveis de limpeza e selecionar uma alternativa de remediação; para regulamentar os níveis autorizados para a descarga, armazenamento e transporte de resíduos perigosos; e para determinar níveis permissíveis de contaminação.

Tradicionalmente, para substâncias carcinogênicas tem sido usado para risco de câncer vitalício um excedente maior que 1 em 1 milhão (10^{-6}) para determinar se o sítio coloca potencialmente riscos significantes às populações humanas. Desde 1990 o nível 10^{-6} tem sido usado como uma base para determinar a necessidade de remediação. Se os riscos estão abaixo de 1×10^{-6} a limpeza é raramente requerida. De acordo com manuais da década de 90 da U.S. EPA, a remediação em sítios de *Superfund* não é garantida a não ser em casos que os riscos de câncer excedam a 1 em 10 mil (1×10^{-4}). Na avaliação de substâncias não carcinogênicas, a remediação é tipicamente requerida quando é esperado das exposições produzirem efeitos adversos e o Índice de Perigo for maior que 1.0 (Washburn *et al.*, 1994).

Figura 1. Processo Básico da Avaliação de Risco à Saúde Humana em Sítio de *Superfund*, pela Metodologia da U.S. EPA (1989)



A partir de discussões em uma Reunião de Mesa Redonda sobre Relocação (U.S. EPA, 1996d) em casos de sítios de *Superfund*, em Pensacola, Flórida, grupos formados inclusive por pessoas que vinham experimentando a situação por eles denominada *Living on the Fenceline*, ou seja, vivendo na área de influência direta de áreas contaminadas, trouxeram a público mudanças que ocorreram nas comunidades como resultado de estarem bem próximas de sítios contaminados, tais como impactos negativos sociais, econômicos e na saúde (**Quadro 1**).

Quadro 1. Impactos Negativos em Comunidades, como Resultado de Viverem na Área de Influência Direta de Sítios Contaminados por Resíduos Perigosos

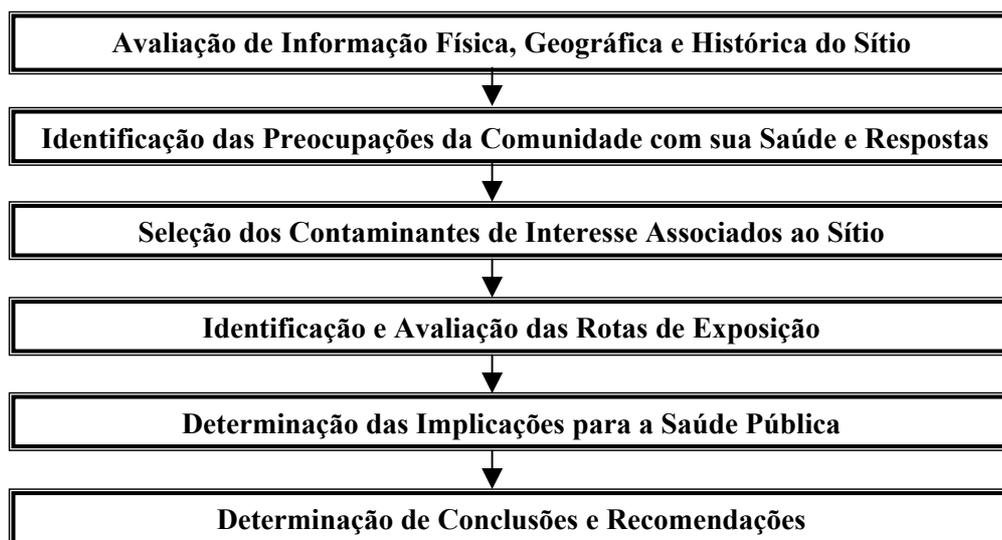
<p>Efeitos na Saúde</p>	<p>Câncer; Defeitos de nascimento (repetido através de gerações); Impotência. Problemas de pele, erupções; Problemas de rim. Stress e angústia mental; Medo (especialmente residentes idosos e incapacitados). Sangramentos do nariz; Problemas de asma e mortes por asma. Alta incidência de saúde geral pobre, ou declínio do estado geral de saúde. Ansiedade de saber se a própria saúde está sendo impactada pelo sítio. Os médicos não sabem com o que eles estão lidando ou como tratá-lo. As pessoas não têm dinheiro para repetidas visitas ao médico. Há represália contra médicos que tentam ajudar. A ATSDR não faz um bom trabalho de educação à comunidade médica sobre os problemas que as pessoas enfrentam. Ninguém está integrando as informações dos médicos que os residentes estão se consultando, para se conseguir um retrato geral dos problemas da comunidade. A ATSDR não respondeu a linha de tel. gratuita p/ prover assistência aos residentes. Pessoas não podem cultivar hortas, restringindo seu acesso a frutas e vegetais frescos. Não existe estudo subsequente conduzindo a saúde dos residentes após a relocação.</p>
<p>Impactos Sociais</p>	<p>O estigma do sítio resulta em medo psicológico (ex.: as crianças têm medo que seus parentes morram enquanto elas estão fora na escola). Pessoas ficam fechadas em suas casas e não saem para visitar seus vizinhos. O crime e o abuso das drogas aumentam. Pessoas na comunidade são usadas como cobaias pelos pesquisadores. Divisões dentro da comunidade (ex.: como lidar com ofertas individuais para membros da comunidade, falta de disponibilidade de casas). Famílias vivendo por longos períodos em moradias temporárias (ex.: lidar com crianças em quartos de hotel, dificuldade para cozinhar). Coisas freqüentemente consideradas incômodas como pó, barulho, horas de operação, podem impactar negativamente a comunidade. O que vai acontecer com a propriedade quando as pessoas forem embora (a terra será marginalizada, ou será redesevolvida)? Efeitos econômicos e psicológicos também têm um efeito nas práticas de socialização aprendidas na comunidade. Destruição da herança da comunidade, na qual a própria identidade está ligada. Diferenças sociais e raciais: a classe menos favorecida argumenta que suas escolas e comunidades são colocadas exatamente em volta dos depósitos de lixo venenosos.</p>
<p>Impactos Econômicos</p>	<p>Pessoas se mudam do bairro, mas ninguém muda de volta. Unidades de aluguel são desocupadas e os proprietários temem as obrigações. Outros se mudam sem saber do problema e terminam saindo de lá. O seguro de donos das casas ou hipotecas é difícil ou impossível de obter. Divisões dentro da comunidade surgem em cima de problemas econômicos. Valor de mercado das casas <i>versus</i> valor de substituição (raramente as pessoas são capazes de sair e adquirir uma casa pelo que elas resgatam). Locatários não têm recursos para alugar moradia alternativa utilizável (quatro vezes o valor do aluguel), conduzindo ao desabrigo. Membros da comunidade freqüentemente não trabalham para o poluidor ou não trabalham de qualquer modo, tornando-se necessário programas de treinamento. Proprietários das casas não querem vitimar outrens através da venda do imóvel.</p>

Fonte: Adaptado de U.S. EPA (1996c)

1.3.2. Avaliação de Saúde da ATSDR

Diferentemente da U.S. EPA, a metodologia de avaliação de saúde da ATSDR (**Figura 2**), embora possa empregar dados quantitativos, é mais qualitativa na natureza, focada em perspectivas médicas e de saúde pública, e baseadas em informações de caracterização ambiental e nas preocupações da comunidade quanto à sua saúde. As exposições aos contaminantes do sítio são discutidas em termos de populações especialmente sensíveis, mecanismos de ação de substâncias químicas tóxicas e efeitos possíveis de doença. Mantém registros de pessoas expostas a substâncias perigosas e pessoas com doenças e enfermidades sérias, para facilitar o desenvolvimento de novos conhecimentos científicos através da identificação e subsequente acompanhamento de pessoas expostas a substâncias definidas em sítios contaminados por substâncias tóxicas.

Figura 2. Etapas do Processo de Avaliação de Saúde da ATSDR (1992a; 1992b)



1.3.3. Avaliação de Risco Ecológico

A manutenção da integridade dos ecossistemas não é um parâmetro, mas um caminho para conseguir a proteção ambiental, considerando-se idéias de sustentabilidade e resiliência. A integridade ambiental é “a interação de elementos físicos, químicos e biológicos de um ecossistema de maneira que assegure por um longo tempo a saúde e a sustentabilidade do ecossistema” (U.S. EPA, 1997d). Pode ser medida através da saúde dos organismos, diversidade de comunidades e espécies, e funções do ecossistema, além da capacidade de recuperação do *stress* e de conservar as características distintas do sistema.

A avaliação de risco ecológico é um processo que avalia a probabilidade de que efeitos adversos ecológicos estão ocorrendo ou devem ocorrer como um resultado da exposição a um ou mais *stressors* (qualquer entidade física, química ou biológica que pode induzir a uma resposta ecológica adversa) (U.S. EPA, 1997b). Pode ser expressa tanto de forma qualitativa quanto quantitativa.

A avaliação de risco ecológico procura estimar e, quando possível, quantificar o risco atribuído ao meio ambiente e seus habitantes não-humanos através de uma dada condição, no caso a presença de substância química em concentrações mais altas do que em níveis de *background* descontaminados. Pode ser preditiva ou retrospectiva. A primeira tenta prever os efeitos futuros de um contaminante existente no ambiente e é usada para determinar previamente o risco potencial de uma substância química pelas suas liberações para o meio ambiente. A retrospectiva tenta estimar o efeito de um contaminante que já tem ocorrido no meio ambiente, e é usada para auxiliar na determinação de procedimentos de remediação (MOEE, 1996a).

Na avaliação de riscos a ecossistemas, os procedimentos comuns de avaliação de riscos tornam-se mais complexos porque a toxicidade deve ser avaliada em um número de organismos e deve também considerar a sua parte e função na estrutura do ecossistema. Sabe-se que os organismos no meio ambiente são parte da cadeia alimentar, cada um consome ou é consumido. Somente no caso de proteção de espécies raras, de vida longa ou em perigo de extinção, tais organismos no meio ambiente dispõem de proteção similar a que é desfrutada pelos seres humanos, ou seja, proteção individual. Desse modo, o objetivo da avaliação de risco ecológico é proteger as funções das populações, comunidades e ecossistemas (Solomon, 1996).

Em U.S. EPA (1997d) a avaliação de risco ecológica pode ser direcionada tanto para espécies únicas como para comunidades naturais e ecossistemas inteiros, incluindo interações entre espécies e efeitos indiretos. Propõe os seguintes passos para o gerenciamento de riscos ecológicos: 1º) Identificação do problema; 2º) Revisão das categorias e entidades ecológicas particulares, listadas no **Quadro 2**, para se identificar as espécies relevantes ao caso específico; 3º) Reunião com os avaliadores de risco e o público, para determinar os valores sociais e ecológicos relevantes para as entidades identificadas no passo 2; 4º) Estabelecimento de objetivos e metas de proteção ambiental, a partir do que se está fazendo - protegendo, mantendo ou restaurando; 5º) Estabelecimento de parâmetros para avaliação, atributos especiais das entidades ecológicas que serão focalizados;

Quadro 2. Lista de Entidades Ecológicas

Categoria	Entidade ecológica	Exemplos de atributos	Exemplos de objetivos	Critério		
				Valor social	Rara, sob ameaça	Significado ecológico
Animais, plantas e seus habitats	1. Comunidades aquáticas em lagos, rios e estuários	Sobrevivência, reprodução e desenvolvimento de espécies aquáticas; extensão do habitat para espécies chave	Proteger 95% de espécies aquáticas, ou manter a população de uma espécie chave	Alto para peixes e moluscos	Algumas	Relativamente alto
	2. Populações regionais de espécies nativas e seus habitats - terrestres e aquáticos	Sobrevivência e recrutamento; extensão do habitat	Manter viável a população regional de espécies nativas; manter ou restaurar o habitat para espécies nativas	Alto para algumas	Algumas	Alto para alguns
	3. Grupos de espécies nativas ou migratórias expostas a ameaça severa ou aguda	Sobrevivência sem dano visível	Evitar espalhar e recorrer ou a extinção maciça	Usualmente alto	Não usualmente	Varia, freqüentemente desconhecido
Ecossistemas inteiros	4. Funções e serviços do ecossistema	Reciclagem de nutriente, capacidade de filtrar poluentes, extensão do habitat para diversidade de espécies	Manter ou restaurar a função ou serviço para alguns padrões	Nem sempre reconhecido	Poucas	Muito alto
	5. Corpos d'água e faixas marginais	Extensão	Manter a extensão das faixas marginais	Alto para muitos	Algumas	Alto
Espécies e lugares especiais	6. Ecossistemas em perigo de extinção (ex.: florestas antigas ou naturais, pradarias de grama alta)	Extensão	Manter a extensão dos tipos de ecossistema em perigo de extinção	Alto para alguns	Todas	Importante para a biodiversidade
	7. Espécies em perigo de extinção e seus habitats	Sobrevivência, reprodução, desenvolvimento e recrutamento	Manter e restaurar populações	Potencial para algumas	Alto	Usualmente baixo
	8. Outros lugares com valor ecológico ou social	Diversidade de espécies; níveis de nutriente, etc., apropriado para o tipo de ecossistema; medidas de paisagem	Restaurar a biodiversidade, manter lago na qualidade de oligotrófico, manter a extensão do habitat exata	Alto para muitos	Algumas	Alto para muitos

Fonte: U.S. EPA (1997d)

6º) Revisão e compreensão do modelo conceitual, que requerem três elementos básicos: *stressor*, exposição, e efeito predito em uma entidade ecológica; 7º) Documentação do plano de análise, incluindo a identificação de lacunas e limitações.

Suter *et al.* (1995) propõem um balanceamento nas abordagens entre riscos ecológicos e riscos à saúde humana, para que resultem em uma estrutura de decisão comum. Apesar de que o ideal seria colocá-los em uma escala comum, não é possível porque os parâmetros são diferentes. Confirmando Solomon, os parâmetros de avaliação de risco à saúde referem-se à saúde de seres humanos individuais. Para um contaminante em particular há uma escala única definida, ou referindo-se à probabilidade de câncer se é um carcinogênico ou ao quociente de risco se é um não carcinogênico. Um único sítio contaminado terá múltiplos parâmetros na avaliação ecológica, e provavelmente com diferentes medidas tais como densidade, número de espécies, etc. Os objetivos das ações de remediação também não podem ser comuns porque existem também riscos associados com o trabalho de remediação. Por exemplo, remediação em áreas onde os contaminantes colocam riscos ecológicos significantes mas não significantes à saúde humana, deve envolver a imposição de riscos à saúde devido a não haver um balanceamento de benefícios à saúde, uma vez que esta remediação pode resultar em acidentes com ferimentos e mortes entre os trabalhadores, e contaminação da população por poeira, vapores e emissões de instalações de tratamento. Não havendo uma medida comum, Suter *et al.* criaram uma escala categórica comum (**Quadro 3**) baseada nas suas conseqüências.

Quadro 3. Integração^a dos Riscos Ecológico e à Saúde Humana (Suter *et al.*, 1995)

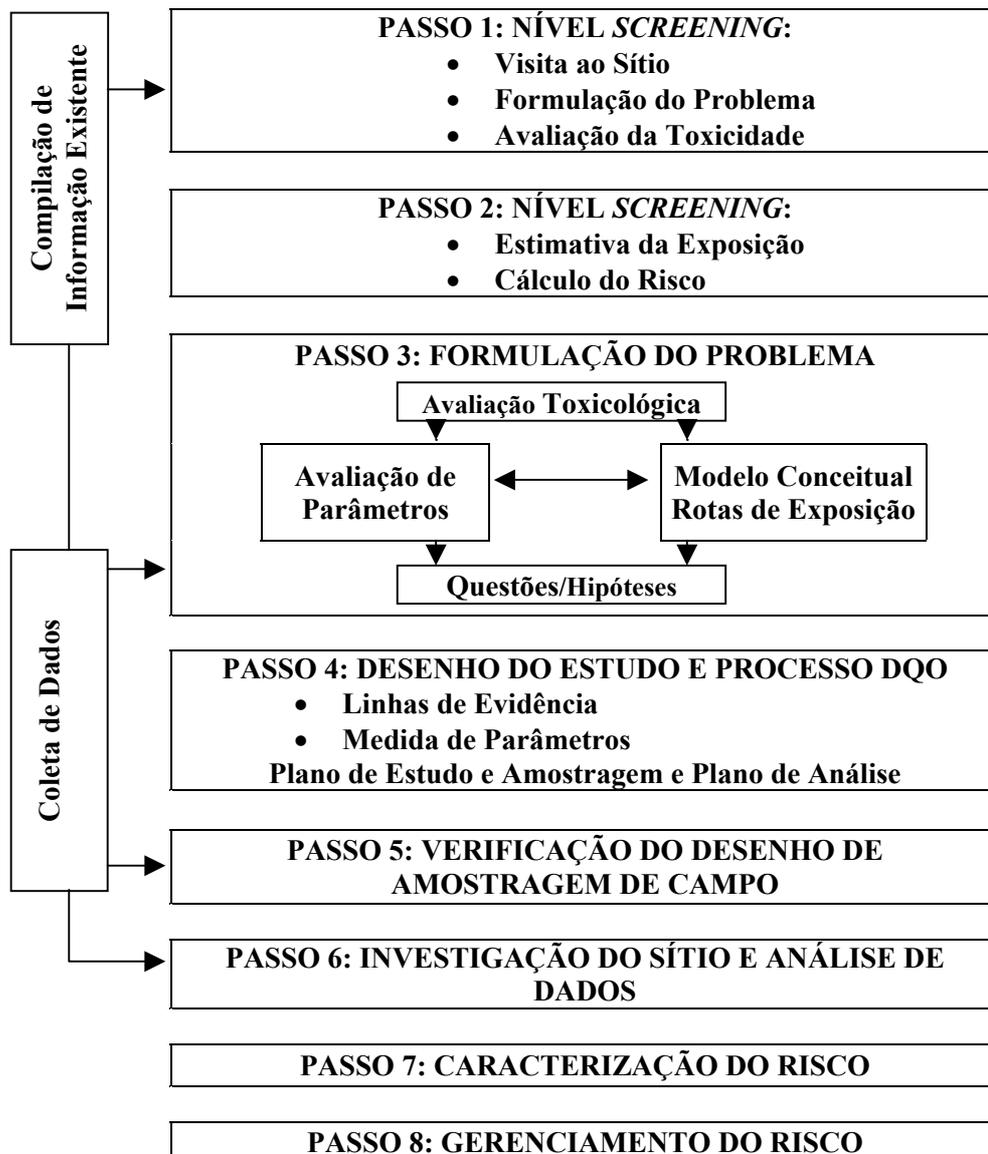
Risco Ecológico		Risco à Saúde Humana ^b	
Risco aos contaminantes	Risco de remediação	<i>de minimis</i> (HI ≤ 1)	<i>de manifestis</i> (HI > 1)
<i>de minimis</i>	<i>de minimis</i>	NR	R
	Intermediário	NR	RLU
	<i>de manifestis</i>	NR	RLU
Intermediário	<i>de minimis</i>	R	R
	Intermediário	B	B
	<i>de manifestis</i>	NR	RLU
de manifestis	<i>de minimis</i>	R	R
	Intermediário	B	B
	<i>de manifestis</i>	B	B

^a Para cada situação (combinação das categorias de risco ecológico e à saúde) uma opção de remediação sugerida é apresentada baseada no resultado das avaliações de risco ecológico e à saúde (ver Glossário).

^b HI = índice de perigo; R = exigida remediação; NR = não é exigida remediação;
RLU = remediação controlada pelo uso da terra;
B = é exigido o balanceamento de fatores de riscos e não riscos pelos gerentes de risco.

Nos Estados Unidos a U.S. EPA (1991a; 1991d; 1994a; 1994c; 1996a; 1996b; 1997b; 1998d; 1998e) desenvolveu metodologias para a avaliação de risco ecológico e especificamente em sítios de *Superfund* (**Figura 3**). A avaliação de risco ecológico dentro do Programa de *Superfund* pode ser uma avaliação de risco normal, uma avaliação de impacto, ou uma combinação de ambas. Seu resultado será decisivo para a avaliação e seleção de remediação para o sítio.

Figura 3. Processo de Avaliação de Risco Ecológico em Sítio de *Superfund*, pela Metodologia da U.S. EPA (1997b)



1.3.4. Gerenciamento do Risco

O gerenciamento de riscos se refere ao desenvolvimento e implementação de uma estratégia ou técnica de controle, mitigação ou manejo do risco para a saúde humana e o meio ambiente. É o processo durante o qual os méritos relativos às alternativas são comparados uns com os outros, e o mais apropriado é selecionado dentre eles para implementação. A gestão de riscos integra os resultados da avaliação de riscos, incluindo suas incertezas, com informação sobre recursos, fatores socioeconômicos, e opções de controle para alcançar uma decisão, que pode incluir outros fatores como o *input* de comunidades. O desenvolvimento e avaliação de alternativas de acordo com seus efeitos na saúde e impacto socioeconômico, fatores técnicos e legais, e comparação de alternativas podem formar um processo interativo. Julgamentos científicos e escolhas políticas são feitos baseados na informação científica do processo de avaliação de riscos (MOEE, 1996a).

Os gerentes de risco usam dados de efeitos cancerígenos e não cancerígenos na saúde para decidir como manejar a limpeza do sítio, reduzir ou prevenir riscos, limitando ou cessando a exposição aos contaminantes. Segundo a U.S. EPA (1997h), nem sempre é convocada a limpeza do solo, ar ou água, algumas vezes os trabalhadores simplesmente colocam uma capa sobre o sítio ou constroem paredes ou barreiras subterrâneas para isolar as substâncias químicas e impedir que se alastrem no meio ambiente e alcancem as pessoas.

Além dos aspectos de saúde pública, os gerentes de risco devem levar em consideração os usos atual e futuro da terra, o significado ecológico local, regional e nacional do sítio, a consideração de impactos ecológicos das opções de remediação e riscos residuais associados com os restos de contaminantes que ficarem no local. É importante que se proceda a um monitoramento periódico no sítio após as ações de manejo, para que se compare com as predições realizadas durante a avaliação de risco (U.S. EPA, 1997b).

1.4. Gestão de Sítios Contaminados no Exterior

1.4.1. Gestão de Sítios Contaminados nos Estados Unidos

Desde que substâncias perigosas resultantes do desenvolvimento industrial penetraram na economia americana, começaram a surgir áreas contaminadas não apenas de construções que precisavam ser limpas para novos usos, mas também de substâncias químicas depositadas nas propriedades e afloradas no solo, que precisavam ser removidas.

Segundo a U.S. EPA (1999g), três programas federais conferem autoridade para responder às liberações de substâncias perigosas para a saúde humana e o meio ambiente nos EUA: o programa do *Superfund*; o *Resource Conservation and Recovery Act - RCRA*; e o *Underground Storage Tanks - USTs*. Também as iniciativas de *Brownfields* têm-se tornado proeminentes a nível estadual e federal. Antes, será abordado o evento que desencadeou o processo de gestão de sítios contaminados por resíduos perigosos nos EUA.

No final dos anos 70, dois eventos catastróficos e a que se deu ampla publicidade, contribuíram para que o Congresso americano respondesse gerando uma legislação pertinente: uma indústria de armas em Elizabethtown, Nova Jersey, que liberou gases altamente tóxicos no ar em uma região densamente povoada, e a descoberta de resíduos perigosos no Love Canal em Niagara Falls, Nova Iorque (Lybarger, 1993), onde em 1978 foi declarada emergência federal, atraindo a atenção internacional e tornando o público ciente de que a liberação de substâncias perigosas causariam efeitos adversos na saúde de pessoas expostas a estas substâncias.

1.4.1.1. Love Canal

Quadro 4. Perfil do Sítio Love Canal (U.S. EPA, 1996c)

<p>Descrição do Sítio: Um canal de 3.200 pés de extensão enchido com resíduos químicos perigosos.</p> <p>Tamanho do Sítio: Canal original, 16 acres; área coberta, 40 acres; área cercada, 70 acres; Área declarada de emergência, 350 acres.</p> <p>Contaminantes Primários: Metais pesados, hidrocarbonetos policíclicos aromáticos, dioxinas, compostos orgânicos voláteis e pesticidas.</p> <p>Riscos Potenciais à Saúde: Efeitos neurotóxicos, carcinógenos.</p> <p>População Próxima afetada: 70.000 pessoas dentro de 3 milhas.</p> <p>Referências Ecológicas: O Rio Niágara e espécies aquáticas</p> <p>Ano Listado na NPL: 1983; Região da EPA: 2; Estado: Nova Iorque</p>
--

O caso Love Canal (**Quadro 4**) consistiu do afloramento de resíduos de organoclorados em área de lazer de escola e em porões e quintais de residências. As construções haviam sido implantadas sobre o sítio aterrado, após o local ter sido usado como depósito de lixo municipal e químico de 1920 a 1953, tendo sido a Hooker Chemical Corporation, uma subsidiária da Occidental Petroleum, a principal depositante dos resíduos químicos de 1942 a 1953. Foram depositados no leito deste canal seco cerca de 21 mil toneladas de mais de 200 tipos de resíduos industriais perigosos, muitos deles carcinogênicos ou teratogênicos, incluindo pesticidas como lindano e tricloro bis(clorofenil)etano (DDT), solventes múltiplos, bifenilas policloradas (PCBs), triclorofenóis, metais pesados e dioxinas (em concentrações de até 300 ppb, como sub-produto dos triclorofenóis) (Gibbs,

1999; NYSDOH, 1981). Outros perigos surgiram devido ao meio complexo de resíduos químicos depositados que possibilitaram efeitos antagônicos, aditivos ou sinérgicos.

Após o depósito ter alcançado a sua capacidade máxima, a Hooker cobriu o sítio com camadas de entulho e, em 1953, doou a propriedade para o Conselho de Educação de Niagara Falls, constando na escritura uma retratação de responsabilidade para futuros danos devido a presença de substâncias químicas enterradas, absolvendo a Hooker de qualquer futura obrigação. O Conselho de Educação, sem entender o potencial de risco que estava correndo, construiu uma escola sobre o antigo depósito de lixo tóxico e liquidou os terrenos adjacentes onde seriam depois construídas residências, cujos proprietários não foram advertidos do potencial de perigo associado com a localização de suas casas (State University of New York at Buffalo, 1998a; 1998b).

Desde 1960 os residentes vinham reclamando com as autoridades de estranhos odores químicos e de uma formação de resíduo líquido preto nas paredes dos porões, agravando-se a partir de 1970, quando fortes precipitações causaram uma superalimentação de água no solo que fez aumentar a migração de substâncias químicas do canal para os esgotos e riachos, e contribuindo para que tambores deteriorados subissem à superfície e expusessem seus elementos (U.S. EPA, 1996c; Hernan, 1997). A comunidade de Love Canal consistiu de 800 casas unifamiliares e 240 apartamentos de baixa renda, com 400 crianças estudando em escola na região do depósito. Devido à pressão pública, conseguiu-se em 1978 a evacuação de 239 famílias. Estudos conduzidos por cientistas e membros da comunidade aferiram que 56% das crianças que nasceram entre 1974 e 1978 sofreram de defeitos congênitos como 3 orelhas, série dupla de dentes, dedos extras e retardamento mental. De 22 mulheres grávidas, apenas 4 crianças nasceram sem qualquer defeito; a taxa de aborto e doenças do trato urinário, aumentaram 300%. Algumas relocações eram temporárias e os residentes ainda tiveram que lutar por relocações definitivas, o que só aconteceu em 1980 (U.S. EPA, 1996d; Gibbs, 1998; Gibbs 1999).

As ações de limpeza do sítio iniciadas em outubro de 1978, foram no sentido de interromper a disseminação da contaminação: a instalação de uma vala de drenagem em volta do perímetro do canal para captar os resíduos que estiveram permeando para o entorno; e a colocação de uma capa de argila no topo do sítio para reduzir a infiltração da água da chuva ou da neve derretendo. Porém, os resíduos químicos que já tinham migrado para as vizinhanças e para dentro das residências, permaneceram.

Na ocasião foram estimados outros 30-50.000 sítios similares difundidos através dos Estados Unidos. O desastre do Love Canal levou o Congresso, em 1980, a

decretar a lei de *Superfund*, que estabeleceu um programa de limpeza em toda a nação e requereu aos autores de deposições ilegais e desordenadas de resíduos perigosos a pagarem pelos custos da limpeza. Em 1981, a U.S. EPA propôs adicionar o sítio Love Canal à Lista Nacional de Prioridades, e as 239 casas mais próximas do Canal foram demolidas.

Em 1988 as autoridades declararam que a maior parte da área estava novamente adequada para uso residencial e venderam as casas abandonadas por preços reduzidos (U.S. DOJ, 1995; U.S. EPA, 1996c). Gibbs (1999), que viveu no local e acompanhou todas as etapas do processo, declara que "habitável" não pode ser confundido com "seguro" e que as casas e áreas adjacentes ainda estavam ou estão contaminadas. Cientistas fizeram testes para comparação, mas escolheram primeiro uma área vizinha que estava contaminada com as mesmas substâncias químicas, mostrando condições similares e possibilitando que a U.S. EPA declarasse o Love Canal habitável. Mas os cientistas também compararam com dois outros pontos distantes da área e descobriram que o Love Canal tinha muita contaminação, mas a U.S. EPA ignorou estes dados e foi adiante. Em 1999, após 21 anos de trabalho, como em U.S. EPA (1999c; 1999e), foi declarada a limpeza completa, tendo culminado no tratamento e disposição do esgoto e sedimentos de um riacho próximo.

O governo federal americano, segundo o U.S. DOJ (1995), havia gasto até essa época U\$101 milhões na limpeza do sítio e U\$28 milhões em atividades de relocação, o qual seria ressarcido pela Occidental Chemical Corporation. Estimativas mais recentes como a de McCormack's (1999) e da U.S. EPA (1996c), apontam gastos de U\$30 milhões para a evacuação da área e U\$250 milhões para as ações de limpeza do sítio.

1.4.1.2. Programas Federais de Limpeza nos Estados Unidos

A *Resource Conservation and Recovery Act* - RCRA ou Lei de Recuperação e Conservação de Recursos, é um decreto de 1976 que estabeleceu um sistema regulamentar para encaminhar substâncias perigosas desde sua geração até sua disposição final. A lei requer o uso de procedimentos seguros e saudáveis no trato, transporte, armazenamento e disposição de substâncias perigosas. É designada para prevenir a criação ou corrigir sítios de resíduos perigosos descontrolados (U.S. EPA, 1997f; 1999g), além de regular tanques de armazenamento subterrâneos (USTs) que armazenam petróleo e certos produtos químicos.

A RCRA estabelece responsabilidades aos geradores de resíduos perigosos de acordo com a quantidade produzida. Os Geradores de Grandes Quantidades são aqueles que geram acima de 1.000 kg por mês, que corresponde a 5 tambores de 55 galões cheios.

Esta categoria é regulada de forma mais rigorosa e inclui cerca de 20.000 indústrias que produzem a maior parte de resíduos do país.

A RCRA estabelece normas para quando os proprietários e operadores de plantas de resíduos perigosos fecharem seus sítios: o monitoramento de águas subterrâneas, manutenção de unidades de disposição, e medidas de segurança que alguns proprietários e operadores devem seguir por até 30 anos depois da desativação.

A emenda de 1984 a RCRA e a Lei de Prevenção da Poluição de 1990 estabeleceram a preferência pela redução da poluição na origem no gerenciamento de resíduo, reafirmado pelo *Waste Minimization National Plan* ou Plano Nacional de Minimização de Resíduos de 1994 (U.S. EPA, 1994b; 1997i), que estabelece três objetivos: reduzir, como uma nação, a presença de constituintes tóxicos, bioacumulativos e persistentes em 25% até o ano 2000 e em 50% até o ano 2005; evitar a transferência destes através do meio ambiente; e garantir que estes sejam reduzidos em sua origem, ou quando não possível, que eles sejam reciclados de uma maneira ambientalmente sadia.

Outros programas que a RCRA deu autoridade a U.S. EPA para desenvolver, são: o programa de *Treatment, Storage, and Disposal Facilities* - TSDFs ou de Plantas de Tratamento, Armazenamento e Disposição, que recebe resíduos perigosos dos geradores e de outras TSDFs; e o programa de *Land Disposal Restrictions* - LDR ou de Restrições de Descarte no Solo, que estabelece normas de tratamento e requer que os resíduos perigosos sejam tratados antes que se descarte no solo.

A situação de crise e pânico levada pelo caso Love Canal e de outros casos amplamente divulgados, além da estimativa da U.S. EPA de que na época 90% dos resíduos perigosos estavam sendo dispostos impropriamente, como em Fox (1999), fez com que em 1980 o Congresso decretasse a *Comprehensive Environmental Response Compensation and Liability Act* - CERCLA ou Lei de Responsabilidade para Resposta Ambiental, Compensação e Contingências, comumente conhecida como *Superfund Act*, em resposta aos perigos de liberações descontroladas de substâncias perigosas no ambiente. *Superfund* é o fundo de crédito para a produção de limpeza destas substâncias. Estabelecido pela CERCLA (U.S. EPA, 1989; 1998b), o termo *Superfund* também é usado para se referir a programas de limpeza designados e conduzidos pela CERCLA e subseqüentes emendas.

Esta lei estabeleceu proibições e requereu consideração aos sítios de resíduos perigosos abandonados ou fechados (descontrolados), concedeu obrigação a pessoas responsáveis por liberações de resíduos perigosos nestes sítios, criou uma taxa especial para as indústrias químicas e de petróleo que consolidou um fundo de crédito

(*Superfund*) para prover a limpeza quando nenhuma parte responsável puder ser identificada, forneceu autoridade e estabeleceu uma estrutura para o governo federal responder diretamente às liberações ou ameaça de liberação de substâncias perigosas que podem colocar em risco a saúde pública e o meio ambiente.

A U.S. EPA ficou responsável pelo gerenciamento da limpeza e atividades autorizadas pela CERCLA, podendo pagar para limpar quando as partes responsáveis pela contaminação não puderem ser localizadas ou forem relutantes ou incapazes de realizar o trabalho, ou podendo usar ação legal para forçá-las a limpar o sítio ou reembolsar o governo federal pelo custo da limpeza (U.S. EPA, 1999d). A CERCLA autorizou U\$1,6 bilhões por um período de 5 anos para um extensivo programa de limpeza dos piores sítios de resíduos abandonados ou inativos da nação, cujos fundos iniciais foram derivados de taxas de óleo bruto e de 42 substâncias químicas comerciais diferentes.

A CERCLA recebeu emenda em 1986 através da *Superfund Amendments and Reauthorization Act* - SARA ou Lei de Reautorização e Emendas ao *Superfund*, a qual aumentou o fundo de crédito do *Superfund* (U\$8,5 bilhões para o programa de limpeza e U\$500 milhões para limpeza de vazamentos de USTs), estabeleceu preferência por reparações permanentes, forneceu novas obrigações e determinação de instrumentos (U.S. EPA, 1998b), passou a envolver o público nos processos de decisão nos sítios (U.S. EPA, 1996e; 1999h) e a encorajar tribos indígenas a participar ativamente como associados da U.S. EPA, expandiu a pesquisa e o desenvolvimento na área de alternativas tecnológicas, e responsabilidades de treinamento da U.S. EPA. A lei autoriza dois tipos de ações:

- Ações de Remoção de Curta Duração: ações que requerem resposta imediata, emergencial. SARA limitou essas ações a 1 ano ou U\$2 milhões.
- Ações de Resposta de Remediação de Longa Duração: para permanentemente reduzir os perigos associados a liberações tóxicas ou ameaças sérias, em sítios listados na Lista de Prioridades Nacionais. Envolve os seguintes passos (U.S. EPA, 1999d):
 - 1 - Tomar medidas necessárias para estabilizar as condições do sítio. Ex.: cercar o sítio; remover tambores do solo.
 - 2 - Empreender atividades de planejamento iniciais definindo uma estratégia de coleta de informações e análise das alternativas de abordagens de limpeza.
 - 3 - Conduzir uma investigação de remediação para caracterizar o tipo e extensão da contaminação no sítio e avaliar os riscos concernentes.
 - 4 - Conduzir um estudo de viabilidade para analisar as várias alternativas de limpeza.

Comprehensive Environmental Response, Compensation, and Liability Information System - CERCLIS ou Sistema de Informação da CERCLA, é uma base de dados que serve como inventário oficial de sítios de resíduos perigosos do *Superfund* com informação sobre todos os aspectos dos sítios, da descoberta inicial até o apagamento da Lista de Prioridades Nacionais, mantém informação sobre atividades atuais e planejadas do sítio e informação financeira introduzidas pelos escritórios regionais da U.S. EPA. CERCLIS arquivava os objetivos e realizações do programa de *Superfund* e é usado para noticiar esta informação para o Administrador da U.S. EPA, o Congresso e o público.

Todos os sítios noticiados pela U.S. EPA como candidatos potenciais ao *Superfund* são introduzidos no CERCLIS, indiferente ao seu status, incluindo sítios onde foi determinado que nenhum interesse federal adicional no *Superfund* foi garantido. Esta prática conduziu a obstáculos para o redensolvimento dessas propriedades, porque os sítios listados no CERCLIS automaticamente são considerados arriscados para empréstimos para a indústria. Seguindo a investigação inicial, em alguns desses sítios nenhuma contaminação foi descoberta ou foi logo removida, sem necessidade da colocação na Lista Nacional de Prioridades, ou a contaminação não foi séria o suficiente para justificar ação federal, então o sítio é encaminhado para o Estado (U.S. EPA, 1997a).

A *National Priorities List* - NPL é a Lista de Prioridades Nacionais entre as liberações conhecidas ou ameaça de liberações de substâncias perigosas por todo os EUA, dos casos mais sérios de sítios contaminados abandonados ou descontrolados identificados para possível resposta de remediação de longo prazo pelo *Superfund*. Esta lista vem no apêndice do Plano de Contingência Nacional, é atualizada no mínimo uma vez por ano, foi requerida pela CERCLA e emendada pela SARA (U.S. EPA, 1999f). A inclusão de um sítio na lista é baseada primeiramente no escore recebido no *Hazard Ranking System* - HRS ou Sistema de Listagem de Perigo. Outros mecanismos são: cada Estado pode designar um sítio como sua prioridade para ser listado na NPL desde que este represente o maior perigo para a saúde pública, o bem-estar, ou o meio ambiente entre as plantas conhecidas no Estado; ou se todas as três seguintes condições são encontradas: emissão de um aviso de saúde pela ATSDR recomendando remover as pessoas do sítio, determinação pela U.S. EPA de que a liberação atribui uma ameaça significativa à saúde pública e antecipação pela U.S. EPA de que será maior custo-efetivo usar sua autoridade de remediação do que usar sua autoridade de remoção de emergência para responder ao sítio (U.S. EPA, 1999b).

Um sítio deve passar por uma ação de remediação financiado pelo fundo de crédito estabelecido pela CERCLA apenas após sua colocação na NPL, o que não garante

que qualquer ação de remediação ou remoção vá ser tomada, pois a U.S. EPA não se responsabiliza pela parte ou dono de qualquer propriedade específica. A NPL direciona-se a guiar a U.S. EPA para determinar em que sítios justifica-se promover investigação para avaliar a natureza e extensão de riscos ao meio ambiente e à saúde pública associados com a liberação de substâncias perigosas. Em outubro de 1999, 670 sítios de *Superfund* tinham tido ação de limpeza (remediação ou remoção) completa, representando 48% dos sítios da NPL final, sendo que nos últimos cinco anos mais sítios de *Superfund* foram limpos do que em todos os anos anteriores do programa, que teve início em 1980 (U.S. EPA 1999c).

O *National Contingency Plan* - NCP ou Plano de Contingência Nacional, formalmente o *National Oil and Hazardous Substances Contingency Plan*, foi publicado em 1985 e revisado em 1988. É a maior estrutura regulamentar para a implementação dos estatutos CERCLA e SARA, provém a estrutura organizacional e procedimentos para responder às descargas de óleo e liberações de substâncias perigosas, esboça o processo passo a passo para a implementação do *Superfund*, e define as funções e responsabilidades da U.S. EPA, outras agências Federais, Estaduais, grupos privados e comunidades (U.S. EPA, 1991c; 1999f).

O processo de resposta de remediação proposto pelo NCP é formado por sete passos (U.S. EPA, 1989): (1) Descoberta do Sítio ou Notificação; (2) Avaliação Preliminar e Inspeção do Sítio (*Preliminary Assessment/Site Inspection* - PA/PI); (3) Estabelecimento de Prioridades para Ações de Remediação (escore HRS); (4) Investigação de Alternativas para Remediação e Estudo de Viabilidade (*Remedial Investigation/Feasibility Study* - RI/FS); (5) Seleção da Remediação; (6) Desenho da Remediação e Ação da Remediação; (7) Revisão de 5 anos.

1.4.1.3. *Brownfields*

Brownfields são propriedades industriais ou comerciais abandonadas, inativas ou sub-utilizadas, que foram largadas desocupadas porque existe resíduo/poluição no sítio. Greenberg *et al.* (1999) referem-se a *brownfields* em termos de estrutura ou propriedade contaminada, podendo ser um aterro de lixo, um velho hangar de avião, uma fábrica ou armazém contaminado, estação de trem ou de ônibus, ou lugar onde lixo ou resíduos perigosos foram jogados ou abandonados. Em 1996 (U.S. EPA, 1996f) estimou-se existirem 450.000 destas propriedades marcando a paisagem de comunidades urbanas, suburbanas e rurais, através dos EUA. Em Greenberg *et al.* (2000) é citado que Simons, em 1998, estimou

que os *brownfields* constituem cerca de 5 a 10% das terras urbanas dos EUA, e uma parte ainda maior no Nordeste e Centro-Oeste, onde as cidades estão completamente tomadas por construções e os sítios de *brownfields* representam a única terra disponível para redensolvimento. Segundo Rodrigues (1996) e U.S. EPA (1999a), a reciclagem de *brownfields* pode ajudar a reduzir o desenvolvimento de novos sítios de *greenfields* (áreas verdes sem poluição) em áreas suburbanas e rurais, reduzindo a necessidade de estender infraestrutura, consumir terras de fazenda e espaços abertos, e aumento da descentralização.

Geralmente não constam na NPL porque não representam sérios riscos para a saúde pública, mas carregam o estigma da contaminação e barreiras legais impedem o seu redensolvimento (NJOSP, 1999; U.S. EPA, 1998c). A lei de *Superfund* estabeleceu o modelo básico para regulamentar a limpeza de sítios gravemente contaminados, que inclui impedimentos que desencorajam investidores e fomentadores de tornarem-se envolvidos com os *brownfields*, que tipicamente têm níveis muito mais baixos de contaminação que os sítios de *Superfund*. A menos que estes sítios possam ser limpos e tornados produtivos, e os ciclos de decadência e abandono anteriores não se repitam, continuarão a pesar na economia da área, causando deterioração e desencorajando o crescimento local.

As propriedades abandonadas tornam-se uma atração para atividades criminosas e drogas, uma fonte de desmoralização e decadência para a comunidade. NEJAC (1996) destaca que a proteção da saúde pública e do meio ambiente são assuntos que fundamentalmente preocupam as comunidades, e que em áreas que já sofreram longas histórias de usos nocivos da terra, depósito de lixo ilegal, falta de obrigações com saúde e segurança, deve-se dar prioridade para o redensolvimento de *brownfield* como o primeiro passo na revitalização urbana. Greenberg *et al.* (1999) evidenciam o acrônimo TOADS (*temporarily obsolete abandoned derelict site*) para se referirem a um tipo especial de *brownfield* que significa sítio desamparado, abandonado e obsoleto temporariamente, o qual complica o seu redensolvimento e podendo arruinar toda a vizinhança, abaixar o valor das propriedades e influenciar na mudança do zoneamento local pelo governo, por causar a impressão, para negócios e residentes, que o ambiente é perigoso e que atividades ilegais ocorrem no sítio, estigmatizando a vizinhança de maneira que ninguém queira investir nela, e aqueles que lá vivem ou trabalham queiram deixar o local. Nos casos piores, permanece apenas a população mais pobre e vulnerável com limitadas oportunidades e serviços.

A U.S. EPA (1997e; 1998g; 1998j) estabeleceu o programa de Iniciativa de Redensolvimento Econômico de *Brownfields* para autorizar estados, comunidades, tribos e outros suportes de interesse envolvidos na revitalização econômica, a trabalharem juntos

para realizar o redesenvolvimento: prevenir, avaliar, limpar seguramente e reutilizar de maneira sustentável os *brownfields*. O programa objetiva ajudar as comunidades a revitalizar as propriedades, tanto ambientalmente quanto economicamente, e mitigar os riscos potenciais à saúde. A U.S. EPA criou fundos de U\$200.000 por um período de 2 anos para cada um dos Pilotos de Demonstração de Avaliação de *Brownfields*. No início, em 1993, eram poucos projetos e em 1999 somavam 300. Segundo Solitare (1999) e U.S. EPA (1997e), o dinheiro pode ser usado para a avaliação de sítios de *brownfields*, identificação, caracterização e planos de limpeza, mas não para a limpeza dos sítios. As concessões são preferencialmente oferecidas a comunidades que relacionam o redesenvolvimento com a revitalização da comunidade e programas de prevenção da poluição.

Em 1997, foi anunciada a Sociedade Nacional de *Brownfields* para reunir os recursos de mais de 15 agências Federais para se destinar limpeza local e reuso de uma maneira mais coordenada e colaborativa, compondo o *Brownfields Showcase Communities* (U.S. EPA, 1998a). Os objetivos básicos desta sociedade multiagência são: promover proteção ambiental e restauração, redesenvolvimento econômico, criação de empregos, revitalização da comunidade e proteção da saúde pública, através da avaliação, limpeza e reuso sustentável dos *brownfields*; unir ações federais, estaduais, locais e não-governamentais, dando suporte a esforços comunitários para restaurar e reusar os *brownfields*; desenvolver modelos nacionais e prover informações.

Em U.S. EPA (1998h), a avaliação de sítios de *brownfields* é um processo para determinar a viabilidade do redesenvolvimento do sítio através de investigações de *background*, amostragens e análises do sítio, e avaliação das opções de limpeza e custos. Em estudo conduzido pelo *Council for Urban Economic Development* - CUED ou Conselho para o Desenvolvimento Econômico Urbano, a partir de 107 projetos de *brownfields* completos, observou-se que o custo médio da remediação por acre foi de \$56.945 dólares, que os residentes eram formados por 35% de minorias raciais (a média nacional era de 24%), e 25% dos residentes estavam abaixo do nível de pobreza (a média nacional era de 12,6%) (U.S. EPA, 1999c).

1.4.1.4. ATSDR

A *Agency for Toxic Substances and Disease Registry* - ATSDR ou Agência para Substâncias Tóxicas e o Registro de Doenças, é uma agência do Serviço de Saúde Pública dos Estados Unidos e parte do Departamento Federal de Saúde e Serviços

Humanos. Foi criada pela CERCLA, estabelecida pelo Congresso em 1980 e a partir de 1986 foi requerida por lei para conduzir uma avaliação de saúde para cada sítio incluído ou proposto para inclusão na NPL. A missão da ATSDR é prevenir ou reduzir exposição a substâncias perigosas e efeitos adversos na saúde humana e qualidade de vida diminuída associada com exposição a substâncias perigosas no ambiente, além de ampliar a base de conhecimento sobre os efeitos adversos à saúde. A U.S. EPA e os estados individuais regulamentam a investigação e saneiam a montante dos locais.

O objetivo da avaliação de saúde pública é descobrir se pessoas têm sido expostas às substâncias perigosas, e se essa exposição é prejudicial e deve ser parada ou reduzida. A avaliação de saúde da ATSDR que é predominantemente qualitativa, deve ser distinguida da avaliação tradicional de saúde humana da U.S. EPA, que é mais quantitativa. Essas avaliações são realizadas por cientistas ambientais e da saúde da ATSDR e dos estados com que a ATSDR tem acordos cooperativos (U.S. EPA, 1989; ATSDR, 1992a).

Na primeira etapa da avaliação, os cientistas revêm dados ambientais para precisar a contaminação de um local, localizar e determinar como as pessoas entraram em contato com os contaminantes. Geralmente a ATSDR não coleta seus próprios dados de amostragem, mas informações fornecidas pela U.S. EPA, por outras agências e pelo público. Quando a informação ambiental disponível não é suficiente, o relatório indicará que mais dados de prova são necessários. Se os dados ambientais mostrarem que as pessoas têm tido ou poderão vir a ter contato com substâncias perigosas, os cientistas da ATSDR avaliam o efeito dessas exposições. O relatório focaliza a saúde pública ou o impacto na saúde da comunidade, ao invés de riscos individuais. Novamente a ATSDR emprega a informação científica existente, incluindo o resultado de estudos médicos, toxicológicos e epidemiológicos e os dados coletados em registros de doenças. Quando a informação de saúde de determinadas substâncias não está disponível, o relatório sugerirá o que foi pesquisado acrescido dos estudos complementares necessários (ATSDR, 1996a; 1992a; 1992b). Apresenta conclusões sobre o nível de ameaça para a saúde atribuído a um sítio, e se existir, recomenda procedimentos para cessar ou mitigar a exposição.

A ATSDR é primeiramente uma agência de aconselhamento, assim estes relatórios identificam as ações que são apropriadas para serem empreendidas pela U.S. EPA, por outras instituições responsáveis, ou pelas divisões de pesquisa ou de instrução da ATSDR. Entretanto, se houver uma ameaça urgente de saúde, a ATSDR pode emitir uma notificação de advertência de perigo para a saúde pública. Pode também autorizar instrução

de saúde, pesquisa sobre substâncias perigosas específicas, estudo piloto de efeitos na saúde, registros de doença, e estudos epidemiológicos e de vigilância sanitária.

A avaliação de saúde funciona como um processo interativo. A ATSDR solicita e avalia as informações da comunidade, da cidade, das agências estaduais e federais, e das companhias responsáveis por limpar o sítio. Quando informadas das conclusões e recomendações da ATSDR, as agências podem agir antes da liberação final do relatório. Quanto à comunidade envolvida, a ATSDR precisa saber o que as pessoas sabem sobre o sítio e seus interesses sobre o impacto em sua saúde. Durante todo o processo de avaliação, são recolhidas informações e comentários das pessoas que vivem ou trabalham próximo ao sítio, incluindo residentes da área, líderes civis, grupos da comunidade e profissionais de saúde. Os comentários são respondidos na versão final do relatório (ATSDR, 1993b; 1994).

Para executar a vigilância detalhada de conseqüências na saúde pública, tais como morbidade e mortalidade, as evacuações, informações sobre o evento e substância(s) liberada(s), a ATSDR projetou um sistema computadorizado de armazenamento de dados, emitidos trimestralmente, denominado *Hazardous Substances Emergency Events Surveillance* - HSEES ou Sistema de Vigilância de Eventos de Emergência com Substâncias Perigosas, que iniciou coleta de dados em 1990. A informação é coletada por departamentos de saúde do estado obtida dos registros ou de entrevistas, das fontes múltiplas (departamentos de polícia, corpo de bombeiros, hospitais, censos, setores de emergência e membros da mídia), que os notificam quando eventos ocorrem (ATSDR, 1996b; 1997).

A ATSDR definiu sete prioridades para condições de saúde para pesquisas adicionais: defeitos de nascimento e desordens reprodutivas; câncer (locais anatômicos selecionados); desordens de função imunológica; disfunção renal; disfunção do fígado; doenças respiratórias e do pulmão; e desordens neurotóxicas (ATSDR, 1993a).

1.4.2. Gestão de Sítios Contaminados no Canadá

Em 1989, o *Canadian Council of Ministers of the Environment* - CCME iniciou o *National Contaminated Sites Remediation Program* - NCSRP ou Programa Nacional de Remediação de Sítios Contaminados, administrado bilateralmente através de acordo entre o governo federal e os governos provinciano/territorial, com o objetivo de prover uma abordagem nacional consistente para a classificação e remediação de sítios contaminados por resíduos perigosos (CCME, 1993; Martin *et al.*, 1997). Embora sofra influência dos Estados Unidos, sua abordagem é mais simples.

O NCSRP é guiado pelo princípio do poluidor pagador, inclui: a identificação, avaliação e remediação de todos os sítios contaminados que colocam risco potencial à saúde humana e ao meio ambiente; a provisão de fundos para os chamados sítios órfãos, ou seja, sítios com contaminação de alto risco cuja parte responsável não pode ser descoberta ou o proprietário é incapaz de financiar um projeto de remediação; o desenvolvimento de novas tecnologias de remediação através de projetos do programa de *Development and Demonstration of Site Remediation Technology* - DESRT ou Desenvolvimento e Demonstração de Tecnologia de Remediação de Sítios.

Foi implementada uma estrutura para viabilizar o Programa a qual incluiu a elaboração de diretrizes, Padrões de Qualidade para Solos Contaminados e a criação do Sistema Nacional de Classificação para Sítios Contaminados em 1990, um sistema técnico para identificar prioridades através da avaliação de riscos comparativa de sítios contaminados e determinar a necessidade de medidas adicionais. Segundo Andrade (1996) o Sistema é simples, pontua e classifica os sítios em categorias de alto, médio e baixo risco, requerendo apenas informações sobre as características do local, a contaminação existente e a localização da área, disponíveis nas investigações preliminares. Os fatores abordados são: características dos contaminantes, rotas de exposição e receptores ou bens a proteger.

1.4.3. Gestão de Sítios Contaminados nos Países Europeus Através de Grupos Internacionais

Na última década países europeus colocaram em pauta o tema de sítios contaminados por resíduos perigosos em seus programas ambientais e de regeneração, através principalmente da formação de alguns grupos, o que contribuiu para incrementar a gestão destes sítios nos países que compartilharam informações e tecnologias.

Embora os países europeus respondam de maneira particular aos diversos aspectos de gestão de áreas contaminadas, como pode ser observado na aplicação do *check-list* (Anexo A), há uma concordância em alguns princípios fundamentais (Ferguson, 1999): a necessidade de prevenir ou limitar a poluição futura; o princípio do poluidor pagador, com um mecanismo para ajudar proprietários de terra inocentes; o princípio da precaução; e a atitude baseada no risco para identificar, priorizar e avaliar a necessidade de ação de remediação. O desafio maior é como reduzir os custos na gestão de áreas contaminadas sem comprometer a saúde pública e a qualidade do meio ambiente.

A estrutura de aliança entre países pioneira surgiu dos EUA, embora envolva quase todos os países europeus: *Council of the North Atlantic Treat Organization / Committee on the Challenges of Modern Society* - NATO/CCMS, estabelecido em 1969 para compartilhar informações ambientais e sociais entre diferentes países, concentrando-se no preceito de transferência de tecnologia e soluções científicas. A partir de 1986 formaram-se os Estudos Piloto de Avaliação de Tecnologias Emergentes e Demonstradas para o Tratamento e Limpeza de Terras Contaminadas e Águas Subterrâneas, constituindo-se no principal mecanismo de operação do CCMS (Martin *et al.*, 1997), cujos objetivos são avaliar tecnologias, promover seu uso apropriado, usar informação de sistemas tecnológicos para disseminar os produtos e favorecer abordagens inovadoras na área de sítios contaminados. Cada fase do Estudo Piloto dura cerca de 5 anos, com a participação oficial de 17 países (U.S. EPA, 1995; 1998f; 1999g). O Estudo Piloto de Aspectos Ambientais de Reutilização de Terras que foram Anteriormente de Uso Militar, objetiva atender a reutilização de antigas bases militares para definir estratégias de limpeza em propriedades militares contaminadas (Bardos *et al.*, 1999).

AD HOC *International Working Group for Contaminated Land* iniciou-se em 1993 a partir de uma iniciativa do Reino Unido e Áustria, envolvendo mais de 20 países e organizações internacionais como a FAO e OECD. O Grupo de Trabalho AD HOC cobre aspectos de políticas de terra contaminada no que se refere a abordagens legislativa e administrativa. Seu principal objetivo é ser um fórum aberto a qualquer país no qual as questões e problemas referentes à terra contaminada e águas subterrâneas possam ser discutidas e trocadas informações (Bardos & Kasamas, 1998). A 1ª e 3ª reunião resultaram no Questionário de Viena e no Questionário de Amsterdã, sobre o estado da arte da política de proteção e tratamento por remediação de terras contaminadas nos países participantes, abordando aspectos legais, econômicos, de avaliações e de prioritizações. A reunião de Amsterdã contou com a participação do Brasil representado pela CETESB (Casarini, 1997).

Um Fórum Comum (*Common Forum for Contaminated Land in the European Union*) foi formado em 1994 pela cooperação de representantes dos Estados Membros da *European Union* - EU, da *European Commission* - EC e da *European Environment Agency* - EEA, em assuntos relacionados com terras contaminadas na Europa (Ferguson, 1999; Kasamas *et al.*, 1998). Principais objetivos: identificar áreas temáticas para cooperação; aumentar o diálogo entre as atividades e iniciativas internacionais concernentes a áreas contaminadas e regeneração; coletar e discutir os resultados destas atividades e fazer recomendações sobre assuntos técnicos e aspectos práticos; e facilitar o

entendimento das abordagens para a gestão de sítios contaminados. A 1ª reunião resultou na recomendação da criação de *Concerted Action on Risk Assessment for Contaminated Sites in the European Union - CARACAS* (ver adiante), na 2ª decidiu-se pela necessidade de se efetuar um Levantamento Internacional de Áreas Contaminadas e na 3ª reunião, em 1996, optou-se pela integração com o *AD HOC International Working Group* (Casarini, 1997).

O *European Topic Centre on Soil - ETC/S* é um Centro específico para solos, que iniciou seus trabalhos em 1996 com amplos interesses no monitoramento da qualidade do solo através da União Européia. O ETC/S é um consórcio de 8 instituições especialistas de 8 Estados Membros da EEA sendo conduzido pela Espanha. O tópico de Sítios Contaminados é uma das maiores tarefas do ETC/S. O objetivo do ETC/S é prover e desenvolver informação e dados sobre as condições do solo nos países europeus, incluindo o desenvolvimento de uma metodologia comum para o levantamento de inventários nacionais sobre sítios contaminados. Dados de gestão de sítios contaminados nos países membros da EU têm sido coletados, analisados e comparados. No 1º ano foram identificados 300.000 sítios potencialmente contaminados, mas a estimativa era em torno de 750.000 sítios. Foram verificados 10.000 sítios comprovadamente contaminados, colocando riscos significativos para a saúde humana e o meio ambiente (NICOLE News, 1996; 1998a).

A *International Standardization Organization - ISO* tem em seu Comitê Técnico 190, padronizações de qualidade do solo incluindo definições, classificação, amostragem, análise e características. O Sub Comitê SC 7 (ISO TC 190/SC 7 *Soil Quality - Soil and Site Assessment*) foi estabelecido em 1995 para dispor padrões para reutilização de material de solo, avaliação de impacto nas águas subterrâneas devido a solo contaminado, aspectos ecotoxicológicos de investigações do solo e efeitos causados pela exposição humana a solos contaminados a partir das rotas de exposição. Para atender a estes objetivos, alguns documentos têm sido preparados (Bardos *et al.*, 1999): requerimentos para caracterização de solo escavado e de solo para reutilização; impactos nas águas subterrâneas provenientes de solos contaminados; manual de caracterização ecotoxicológica do solo; manual de avaliação de riscos à saúde humana por exposição a solo contaminado.

Concerted Action on Risk Assessment for Contaminated Sites in the European Union - CARACAS ou Ação Harmonizada em Avaliação de Risco para Áreas Contaminadas na EU, é uma estrutura de cooperação científica, consolidada pela Comissão Européia DG XII sob o Programa do Meio Ambiente e Clima. O projeto foi iniciado pelo Ministério do Meio Ambiente Alemão em 1996, a coordenação do programa está situada em Viena, sendo conduzido por mais de 50 cientistas especialistas em avaliação de risco de

sítios contaminados e autoridades ambientais nacionais de 16 países europeus. (Bardos & Kasamas, 1998). Os objetivos são: coordenar iniciativas de pesquisas em avaliação de risco em sítios contaminados por resíduos perigosos, identificando e compilando os projetos em andamento; elaborar diretrizes e recomendações quanto a prioridades científicas para futuros projetos; estabelecer uma rede de informação *network* em assuntos de avaliação de risco em terras contaminadas. Oficialmente o projeto de CARACAS terminou em 1998, mas continuou através de *workshops* nacionais (NICOLE News, 1999).

Network for Industrially Contaminated Land in Europe - NICOLE foi estabelecida em 1996 como uma Ação de Acordo do Programa RTD do Meio Ambiente e Clima sob o 4º Programa de Estrutura da Comunidade Européia, sendo que a partir de 1999 passou a se auto suportar financiada pelas taxas pagas por seus membros. NICOLE é uma rede para a estimulação, disseminação e troca de conhecimento sobre os aspectos de terras contaminadas industrialmente, formada pela aliança de companhias industriais (portadores de problemas), planejadores de pesquisa, desenvolvedores de tecnologia, universidades e organizações de pesquisa independentes (solucionadores de problemas), e organizações governamentais (realizadores da política), que mantém objetivos comuns (NICOLE, 1999; Cortesi & EniChem, 1999; Leenaers & Oks, 1997): prover um fórum comum; identificar as lacunas e necessidades em pesquisas de terras contaminadas industrialmente, para promover a colaboração multidisciplinar e coordenada, tornando possível às indústrias européias identificar, avaliar e gerenciar sítios contaminados mais eficazmente e com menor custo efetivo; colaborar com outras redes internacionais. Segundo Bardos (1998), trata-se de um fórum para trazer e reunir os portadores de problemas e aqueles que estão em condições de ajudá-los. É planejado que NICOLE deverá continuar até 2002 ou mais, se necessário. Nos aspectos de saúde pública, NICOLE recebe a colaboração do Centro Europeu para a Saúde e Ambiente da *World Health Organization* - WHO (NICOLE News, 1996), que tem interesse nas abordagens de engenharia para identificar e participar da limpeza de sítios contaminados, assessorando e disponibilizando fontes de dados toxicológicos, epidemiológicos e de saúde ocupacional.

Contaminated Land Rehabilitation Network for Environmental Technologies - CLARINET é uma Ação de Acordo dentro do Programa do Meio Ambiente e Clima da Comissão Européia DG XII, coordenada pela Agência do Meio Ambiente da Áustria e com a participação de 16 países europeus. O projeto foi iniciado em 1998, previsto para continuar por 3 anos. CLARINET integra uma rede de conhecimentos multidisciplinares de grupos de interesse envolvendo autoridades, indústrias e cientistas especialistas em gestão

de sítios contaminados (Austrian Environment Agency, 1999a; 1999b). Seu principal objetivo é a provisão de recomendações técnicas para a reabilitação de sítios contaminados, através de uma plataforma científica de cooperação internacional integrando aspectos ambientais, sociais, técnicos e econômicos, permitindo a gestão racional desses sítios. Em CLARINET/NICOLE (1998), NICOLE News (1998b) e Kasamas & Ferguson (1998) CLARINET é tida como um seguimento de CARACAS, que "completou" seu trabalho em 1998, e integradora de realizações de iniciativas internacionais em terras contaminadas.

1.4.4. África e Oriente Próximo e os Pesticidas Obsoletos

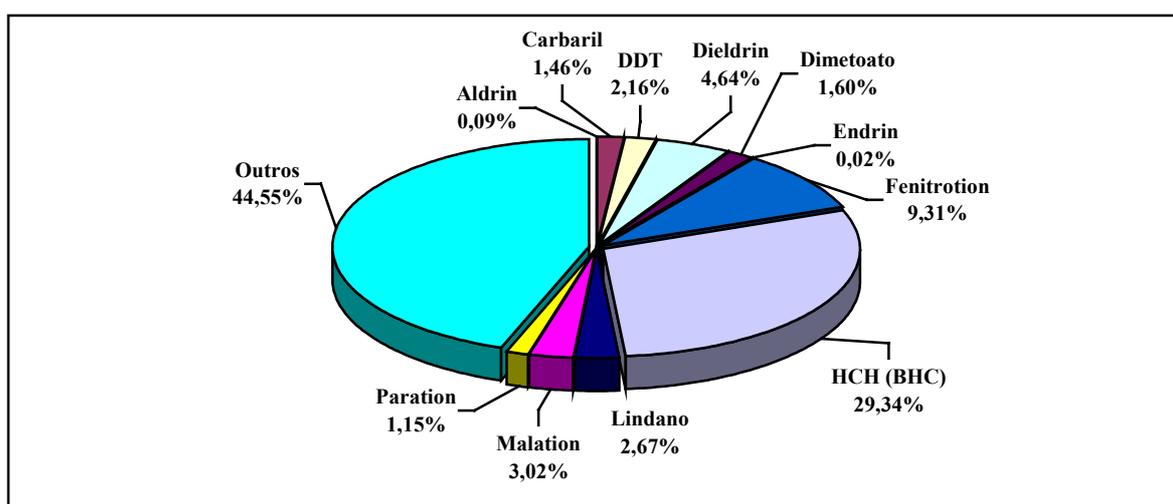
Nos países em desenvolvimento, mais especificamente os situados na África e no Oriente Próximo, com casos inventariados e estudos divulgados pela FAO (1995a, 1995b e 1997) e FAO/UNEP/WHO (1996), a situação de sítios contaminados por resíduos perigosos, no caso pesticidas obsoletos, é de extrema gravidade, ainda mais considerando-se o fato desses países não disporem de tecnologia e recursos próprios para a avaliação e remediação das áreas contaminadas, ou mesmo a disposição adequada dos rejeitos. Estoques de pesticidas obsoletos estão presentes na maioria dos países em desenvolvimento. A estimativa da FAO (1998) é de acima de 100.000 toneladas de pesticidas obsoletos em países não membros da OECD. São sobras de pesticidas que não podem mais ser usados porque estão deteriorados devido a armazenamento prolongado ou acondicionamento inadequado (ventilação insuficiente ou abandonados ao ar livre), ou porque seu uso foi proibido enquanto ainda estavam no estoque. Alguns estoques têm mais de 20 anos e são mantidos em condições precárias, com pouca ou nenhuma segurança e há ausência de treinamento ou incapacidade quanto ao seu gerenciamento. Doações descoordenadas e inoportunas bem acima das necessidades e compras em excesso de requerimentos foram os motivos que contribuíram para os estoques de pesticidas obsoletos.

Constituem-se em focos de contaminação, uma vez que os sacos estão rasgados, recipientes e tambores encontram-se inchados, deteriorados, corroídos e vazando seu líquido para o solo e águas subterrâneas, ou o pó está sendo disperso no meio ambiente pelo vento ou pela chuva. A maioria dos depósitos localizam-se em centros de áreas urbanas populosas ou próximo a corpos d'água. Os tipos comuns de pesticidas obsoletos encontrados incluem: compostos organoclorados como DDT, hexaclorociclohexano (HCH) e dieldrin, que têm sido retirado ou banido por razões de saúde pública e ambientais; grupos de organofosforados e carbamatos como dimetoato, fenitrothion, malation, carbaril e propoxur.

Entre 1993 e 1996, o Programa Colaborativo da FAO com a assistência e o apoio financeiro do Governo da Holanda, trabalhou na identificação e levantamento das pilhas de estoque de pesticidas perigosos na África e no Oriente Próximo: 42 países foram investigados, com resultados alarmantes. O projeto também desenvolveu estratégias para direcionar o problema, tendo a FAO convocado reuniões com representantes de agências de ajuda e organizações internacionais, para solicitar cooperação destas comunidades.

Baseado em inventário realizado até setembro de 1996 (FAO, 1997), a estimativa é de que existe cerca de 20.000 ton de pesticidas obsoletos na África, sem incluir contaminantes como materiais, recipientes e solo contaminado. O inventário foi completado para 39 países na África e 4 países no Oriente Próximo, tendo sido registrado 9.292 ton existentes e 937 ton dispostas. Marrocos era o país mais afetado disparadamente, com um total de 2.265 ton de pesticidas obsoletos através de 25 sítios afetados e cerca de 170 diferentes pesticidas disseminados, sem nenhuma atividade de disposição até a época. Faltavam ainda 23 países na África e 5 no Oriente Próximo onde o levantamento continuaria. O total de 9.292 não incluía os materiais, recipientes e solos contaminados, em que 11 diferentes pesticidas representavam 55,45% do total (**Figura 4**), com a predominância do HCH, representando 29,34% do total ou 52,9% do grupo dos 11.

Figura 4. Maiores Grupos de Pesticidas Obsoletos Encontrados na África e no Oriente Próximo até Setembro de 1996



Fonte: FAO (1997)

CAPÍTULO 2

GESTÃO DE SÍTIOS CONTAMINADOS POR RESÍDUOS PERIGOSOS NO BRASIL / CIDADE DOS MENINOS

2.1. Avaliação da Gestão de Sítios Contaminados por Resíduos Perigosos no Brasil

O Brasil é um extenso território onde não se tem acesso regular a ocorrências, em seus diversos estados, de números de registros e caracterizações de sítios contaminados por resíduos perigosos. Com exceção da Região Metropolitana de São Paulo - RMSP, não temos uma gestão de áreas contaminadas, e segundo depoimento de representante de órgão ambiental do Estado do Rio de Janeiro, desconhece-se a existência de tais áreas.

Os sítios contaminados não se limitam ao eixo Rio-São Paulo. Em Anjos & Sánchez (1999), por exemplo, é revelado contaminação por metais pesados de uma usina metalúrgica localizada no município de Santo Amaro da Purificação no recôncavo baiano, às margens do rio Subaé. Uma empresa que começou a operar em 1960 na produção de lingotes de chumbo e foi desativada em 1993, depositou indiscriminadamente 490.000 ton de escória contaminada por chumbo e cádmio no solo. Este resíduo foi depositado a céu aberto no vale entre as edificações da usina e o rio Subaé, em zona urbana, sem medidas de prevenção quanto à contaminação do solo e das águas subterrâneas e superficiais. A falta de informação da população e dos órgãos administrativos, determinou que a contaminação se espalhasse ainda mais: parte da escória foi utilizada pela população em jardins, pátios de casas, praças, áreas escolares; o material foi usado pela Prefeitura para a pavimentação de ruas e aterros e pelos Órgãos Estaduais para a construção de estradas. A empresa admite que no período de 1960 a 1977, emitiu para a atmosfera 400 ton de cádmio em forma de material particulado, e nos 33 anos de produção lançou mensalmente 1.152 ton de SO₂ e efluentes líquidos despejados diretamente no rio Subaé. Desde o início do seu funcionamento, os sinais de contaminação foram evidenciados pela morte dos gados bovino e equino, contaminação da fauna e efeitos sobre a saúde humana, principalmente crianças. Em amostragens realizadas por Anjos e Sánchez, foram encontrados pontos com valores para chumbo em até 260 vezes mais altos, e para cádmio em até 84 vezes mais altos que os valores limites da Associação Brasileira de Normas Técnicas.

No Estado do Rio Grande do Sul (FEPAM, 1997) existem centenas de toneladas de agrotóxicos armazenados de forma precária, ou dispostos diretamente sobre o

solo, cerca de 1.300 locais de disposição, conforme levantamento efetuado em 1991. Um estudo realizado pela cooperação técnica CETESB/GTZ em conjunto com a Fundação Estadual de Proteção Ambiental do Rio Grande do Sul - FEPAM e a FEEMA, detectou a presença de quantidades significativas de organoclorados como Aldrin, Dieldrin, dicloro bis(clorofenil)etano (DDD), DDT, Heptacloro, Heptacloro epóxi, Hexaclorobenzol (BHC), e HCH (α -, β -, e γ -HCH) no solo e nas águas subterrâneas de um sítio no município de Canoas, distante 15 km de Porto Alegre. A propriedade pertence a Secretaria Estadual de Agricultura e Abastecimento, onde a partir de 1955 funcionou uma antiga fábrica de agrotóxicos, com ênfase na formulação de HCH, desativada nos anos 70, tornando-se em seguida, aterro e depósito ilegal de produtos tóxicos diversos (somados aos resíduos da antiga fábrica): organomercuriais, organofosforados e organoclorados, vencidos ou com circulação proibida _ pesticidas obsoletos, com origem e composição desconhecida, em tambores ou enterrados no solo. No final da década de 80, produtos de menor toxicidade foram transferidos para as fábricas, tendo restado cerca de 20 ton. O solo da região era usado para o cultivo de arroz, e o sítio fica a 1 km da captação de água potável, a 4 km do centro da cidade de Canoas, a 300 m do Rio Gravataí e a 700 m de vilas populares. Em 1996, na ausência de vigilância local, ocorreram invasões no pavilhão para retirada de tambores que seriam utilizados para reserva de água e alimento para animais da vila próxima, colocando em risco a saúde dos moradores e de animais. O descarte do conteúdo desses tambores e de outros recipientes diretamente sobre o solo agravaram a contaminação.

Em Brasília, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA é o coordenador da Rede Brasileira de Manejo Ambiental de Resíduos - REBRAMAR, a qual foi instituída pela Portaria Normativa/IBAMA n.º 45, de 29 de junho de 1995, com a proposta de facilitar o intercâmbio, difusão e acesso dos membros da Rede aos conhecimentos e experiências relacionados ao manejo ambiental de resíduos (IBAMA, 2000). Na gestão de sítios contaminados por resíduos perigosos no Brasil, é observada uma carência nos níveis federal, estadual e municipal, e ainda não foi difundida uma metodologia de avaliação e um registro destas áreas para uma contabilização nacional.

2.1.1. São Paulo

Segundo Alves (1999), em São Paulo, a partir de dados da CETESB, 1/3 dos resíduos industriais Classe I - perigosos (164.000 ton) ficam estocados nas indústrias acondicionados em tambores, a granel, em caçambas, tanques, lagoas e outros sistemas, à

espera de solução. Trata-se de um passivo acumulado que não se sabe com exatidão se está sendo realizado de forma segura, sem colocar riscos para a saúde humana e ambiental. Além disso, 84.000 ton são dispostos de forma inadequada, apenas 2.414 ton vão para aterros industriais projetados e operados dentro de padrões legais, 20.000 ton são levados para lixões municipais ou particulares, contaminando o solo e mananciais.

A RMSP e o próprio Estado de São Paulo, superam outras regiões e estados em números e concentrações de áreas contaminadas ou potencialmente contaminadas. Tanto que a CETESB com a Cooperação Técnica do Governo da Alemanha através do Projeto CETESB/GTZ, desde 1993 tem trabalhado com o objetivo de definir metodologias para identificação, avaliação e investigação de áreas contaminadas, e de verificar as medidas de remediação mais adequadas a serem adotadas para cada caso, além do desenvolvimento de um Cadastro de Áreas Contaminadas integrando um Banco de Dados informatizado. Foi elaborado em pré-edição para avaliação interna o *Manual de Áreas Contaminadas* (CETESB/GTZ, 1997b), que possibilita orientar as ações nas questões que envolvem o gerenciamento de áreas contaminadas, contando com a orientação de consultores estrangeiros. A Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente de São Paulo - SVMA atua na gestão de áreas contaminadas através dos Departamentos de Controle Ambiental, tendo iniciado há dois anos um convênio com a CETESB/GTZ para ser transmitida a metodologia de avaliação desenvolvida dentro do Projeto de Cooperação Técnica.

Um ponto básico dentro do Projeto é o desenvolvimento do Cadastro de Áreas Contaminadas, que é o registro de todas as informações de áreas contaminadas a partir de um Banco de Dados que utiliza fichas destas áreas: de disposição de resíduos, de indústrias, de comércio, de postos de serviços e outras. Registra-se, faz-se croquis, e dependendo da etapa da metodologia, recebe uma classificação como:

- **Área Potencialmente Contaminada (APC)** - quando lida com alguma substância que causa contaminação;
- **Área Suspeita de Contaminação (ASC)** - quando as substâncias não são monitoradas de maneira adequada;
- **Área Contaminada (AC)** - quando já foi comprovado através de análise a contaminação da área.

Associado ao Cadastro de Áreas Contaminadas, opera um Sistema Geográfico de Informações - SGI (CETESB 1998) para veicular matrizes para determinação de prioridades. Através da superposição de mapas de geologia, de áreas urbanas, de áreas

industriais e outros, faz-se o cruzamento das terminologias. O SGI permite uma atualização dos dados armazenados, o qual é alimentado por mapas digitalizados, imagens digitais (fotografias) e banco de dados. Estas informações permitirão a atribuição de um índice de risco para os bens a serem protegidos, que servirá para priorizar áreas para investigação, controle e remediação. A ficha cadastral de ACs é atualizada no decorrer das etapas de investigação confirmatória, investigação detalhada e remediação da AC. As informações básicas que compõem o Banco de Dados podem ser utilizadas para análise preliminar de risco à saúde pública, abastecimento de água, uso do solo, agricultura e recursos hídricos.

De acordo com o cadastro de fontes de poluição da CETESB (1998), existem cerca de 74.000 fontes localizadas na RMSP. Destas, 41.000 foram classificadas como áreas com potencial de contaminação do solo e das águas subterrâneas, conforme critérios adotados para sua identificação em descrição apresentada no *Manual de Áreas Contaminadas*. Devido ao número elevado, tornou-se necessário realizar priorizações para otimizar recursos e atingir as áreas mais importantes e com maior risco de contaminação. Em março de 1999 haviam sido realizadas cerca de 300 avaliações dessas áreas.

Na etapa de identificação de APCs em atividades industriais e comerciais na RMSP, o Projeto CETESB-GTZ se baseou em um programa alemão chamado ATLASTENEXPLORER, um *software* especial para a avaliação de ACs, que lista as atividades industriais e comerciais que têm potencial de contaminação na Alemanha. Foi feita uma correlação com as atividades industriais e econômicas descritas no sistema de codificação de atividades econômicas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE e o cadastro informatizado de Sistema de Licenças e Penalidades da CETESB (SILP), onde são registradas todas as empresas e entidades públicas e privadas que entraram com licenças e/ou receberam penalidades da CETESB. Foi criada uma lista com o código do IBGE para as atividades industriais/comerciais com potencial de contaminação e classificação por atividade, na determinação de prioridades dentro da gestão de ACs.

Os termos do convênio assinado com a SVMA, são a aplicação dessa metodologia e a alimentação do Cadastro de Áreas Contaminadas, que seria realizado em parceria, a CETESB passando inclusive Banco de Dados, para a alimentação de um Cadastro único. A Prefeitura estaria mais disponível para desenvolver esta parte, porque o grupo da CETESB é reduzido e com poucas pessoas trabalhando nesse interesse, enquanto a Prefeitura tem as Regionais e os técnicos dos vários departamentos, o que agilizaria o Cadastro de Áreas Contaminadas. Através de contatos com as Prefeituras de municípios

periféricos de São Paulo, como de São Bernardo, São Caetano e Diadema, também foram propostos convênios dentro do Projeto CETESB/GTZ com estas regiões.

Segundo a CETESB/GTZ (1997b), as fontes principais de ACs seriam um resultado da situação precária da realização do tratamento e disposição final dos resíduos industriais, que anualmente somam 996.000 ton de resíduos industriais que estão sendo dispostos inadequadamente no solo, sendo 949.000 ton enquadrados nas classes I (perigosos) e II (não-inertes). As formas de disposição empregadas são: aterros sanitários, lixões, área de estocagem em indústrias, locais clandestinos para disposição de resíduos industriais (este último não computado nas quantidades mencionadas).

Cerqueira (1999) cita, a partir de dados da CETESB, que o parque industrial do Estado de São Paulo abrange cerca de 120.000 empreendimentos, e a cada ano são emitidas cerca de 1.000 licenças de funcionamento para novas indústrias. A conscientização do empresariado ainda é insuficiente: em 1998 foram emitidas 5.000 multas e 2.000 autuações por funcionamento irregular.

A CETESB não tem um setor que centralize todos os aspectos da gestão de ACs. São quatro setores diferentes, mas que às vezes trabalham em parceria:

- 1º) DPEI - Equipe de Implantação e Avaliação de Tecnologias - A Diretoria de Controle realiza investigação de ACs, principalmente postos de gasolina; através do Projeto CETESB/GTZ desenvolve metodologias de investigação, de avaliação de risco e de remediação de ACs em geral.
- 2º) EESO - Setor de Resíduos Sólidos - Gestão e controle dos resíduos sólidos; avaliações de alguns casos de contaminação de solo, de água subterrânea, em áreas de disposição de resíduo e principalmente em áreas industriais.
- 3º) EQSS - Setor de Qualidade dos Solos e Águas Subterrâneas - Está desenvolvendo Padrões de Qualidade dos Solos e de Águas Subterrâneas.
- 4º) EERO - Setor de Operação de Emergência - Atende a casos de emergência em geral e também dá apoio a vazamentos de postos de gasolina.

A saúde pública não tem participado como um dos enfoques principais nestes setores devido ao enquadramento dos profissionais que neles atuam, composto por geólogos e engenheiros que abordam mais o meio físico. Porém, com a tendência para estudos de avaliação de riscos, está-se começando a abordar este campo.

A responsabilidade pela recuperação das ACs, embora a legislação não seja específica cobrindo todos os aspectos diretamente, é do poluidor. Nos casos de áreas

desativadas, abandonadas ou de difícil identificação de responsabilidades, torna-se complicado exatamente pela ausência de legislação que contemple esses aspectos. No Brasil não existe nenhum projeto para viabilizar fundos, nem de assistência pública nem de assistência privada. As recuperações de ACs até agora, embora tenham sido poucos casos de recuperação, é o responsável que tem respondido.

A SVMA atua na gestão de ACs através dos Departamentos de Controle Ambiental - DECONT 1 e DECONT 3. O DECONT 1 é responsável pela gestão de resíduos sólidos; degradação; recuperação ambiental; levantamento de antigos aterros, muitos com favelas e loteamentos clandestinos; aprovação de projetos observando o Cadastro de Áreas Contaminadas da CETESB, questões de saúde e risco e fazendo exigências para nova ocupação da área.

O DECONT 3 é responsável pela gestão de ACs por produtos químicos, indústrias abandonadas e emergências. É subdividido em: DECONT 31, responsável pela análise para o transporte de cargas perigosas, onde se inicia o processo de licenciamento e análise do Plano de Emergência; e DECONT 32, responsável pelas áreas de mananciais degradadas ou contaminadas.

Como parte do convênio da SVMA com a CETESB/GTZ, o primeiro trabalho realizado em conjunto foi a retirada de 122 ton de resíduos de HCH no Jardim Queraluz, onde havia uma disposição irregular e inadequada do produto, uma favela no local e pessoas que vinham convivendo com a contaminação. Desde o assentamento das residências de baixa renda sobre a área contaminada, foram surgindo reclamações da população após terem escavado o solo e o odor de HCH se acentuado. A Prefeitura e a CETESB foram acionadas e iniciaram a investigação a partir de suspeitas de que haviam tambores enterrados. Foram realizadas sondagens utilizando-se equipamento geofísico para avaliar o volume de resíduo que estava disposto na área, depois foi removido o material mais contaminado, resíduo e um pouco de solo, e em seguida transportado para um aterro sanitário, o Aterro São João, que é um dos principais locais de disposição de resíduo de São Paulo. O resíduo foi disposto adequadamente na parte mais alta do aterro, sobre solo impermeabilizado e com a melhor técnica possível para uma situação emergencial, segundo o Geol. E. Gloeden da CETESB (em entrevista). Foi considerado uma remediação/remoção da área, embora ainda possa haver um residual de contaminação no local.

2.1.2. Rio de Janeiro

No Rio de Janeiro, o órgão ambiental estadual, a FEEMA, não tem uma coordenação para a investigação e caracterização de APCs, não havendo um levantamento ou estimativa dessas áreas. São enfatizados alguns casos de grande proporção como o da Cidade dos Meninos em Duque de Caxias que será abordado a seguir, ainda à espera de resoluções do Governo Federal, e o caso da Cia. Mercantil Industrial Ingá no município de Itaguaí, com contaminação por metais pesados: zinco, cádmio, chumbo e outros, somando um total de 1.500.000 ton depositados ao lado da fábrica inadequadamente em área de manguezal na Ilha da Madeira. No caso da Ingá, a FEEMA exigiu que fosse construído um aterro de resíduos industriais para a transferência e acomodação dos resíduos contaminantes. A Companhia encomendou um Estudo de Impacto Ambiental e respectivo Relatório de Impacto do Ambiental - EIA-RIMA (CSD & GEOKLOCK, 1991), mas a obra não foi realizada por incapacidade financeira.

Por outro lado, a FEEMA tem desenvolvido um trabalho referente à contaminação por postos de gasolina, e presta assistência emergencial a acidentes com produtos químicos. Duas Divisões lidam com a gestão de ACs por resíduos perigosos: a Divisão de Controle de Indústrias - DICIN e a Divisão de Operação de Campo - DIVOC.

A DICIN tem quatro subdivisões: três estão voltadas para o licenciamento de atividades poluidoras de um modo geral, e que eventualmente vêm a questão de indústrias que desativam abandonando seus resíduos; a quarta é a de Grupo de Resíduos, industriais e urbanos, a qual tem atuado no controle das áreas de disposição de lixo urbano, trabalhando diretamente com as Prefeituras e fazendo o licenciamento dos sistemas de destinação. Esta Divisão não considera a poluição proveniente de postos de gasolina e de áreas de vazadouros como casos de AC.

A DIVOC tem como norma atender a acidentes com produtos químicos que ocorrem em estradas, indústrias e postos de gasolina.

Há alguns anos começaram a surgir reclamações com relação a postos de gasolina, pessoas queixando-se do cheiro de gasolina dentro de suas residências ou gasolina aparecendo nos poços de abastecimento de água e nas tubulações de serviços de eletricidade e telecomunicações. A maioria das reclamações era proveniente de acidentes ocorridos em virtude dos tanques de postos de gasolina estarem furados, fazendo com que a gasolina minasse no solo, se espalhando, contaminando o solo e o lençol freático. Após a constatação

do vazamento, o posto de gasolina é intimado a informar no prazo de 24 horas quais as medidas que vai tomar para evitar danos à população e ao meio ambiente, é pedido o teste de estanqueidade (é feita uma pressão dentro do tanque e se essa pressão cair, significa que está havendo algum vazamento) e o estudo de avaliação da contaminação do solo para saber se tem camada livre de combustível no solo, se tem lençol freático perto, qual a profundidade, o tipo de solo, se está havendo mais ou menos percolação do combustível. É exigido que se retire os tanques para remover a camada livre de combustível no solo e toda a terra e o resíduo que está contaminado por combustível, que são levados para algum processo de destruição de queima ou colocados dentro de *big bags* até dar uma destinação devida. Segundo a engenheira responsável pela DIVOC, este é o procedimento mais comum que vem ocorrendo no Rio de Janeiro, são vários acidentes, várias reclamações por causa de furos nos tanques que geralmente são antigos, muitos não são trocados há mais de dez anos, gerando oxidação do combustível no tanque.

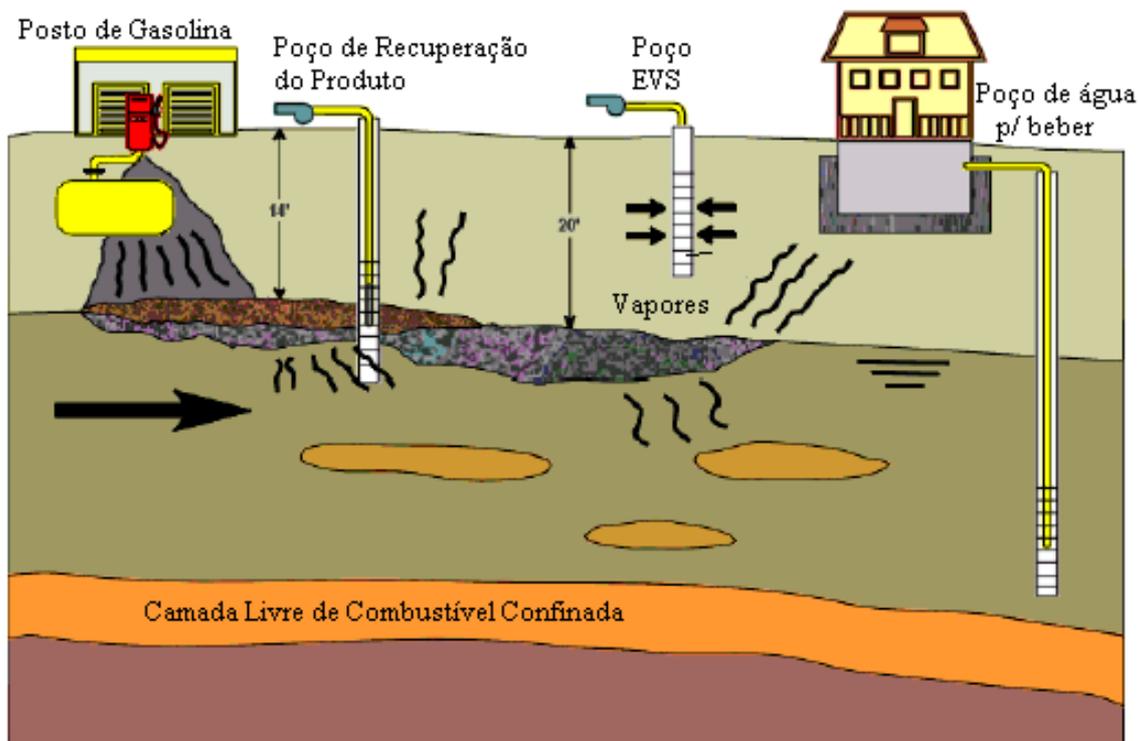
A contaminação em áreas de postos de gasolina geralmente não abrange uma área muito grande, mas o risco é significativo porque os produtos que estão vazando são inflamáveis ou explosivos, e a localização costuma ser próxima a residências (**Figura 5**). A Lei Estadual N.º 2.803 de 7 de outubro de 1997 faz exigências quanto às características específicas dos tanques que têm que ser de fibra de vidro ou com proteção contra corrosão (ver em legislação estadual). Embora não tenha sido possível divulgar o número de registros, a DIVOC já levantou grande parte dos postos de gasolina do Estado do Rio de Janeiro: a localização, idade, tipo e quantidade de tanques, se tem caixa separadora.

Não existe um levantamento de indústrias desativadas quanto à contaminação potencial da área abrangente. A Eng.^a V. Cardoso da FEEMA (em entrevista), citou a Bayer como uma empresa que tinha várias unidades dentro do complexo em Belford Roxo e algumas delas foram desativadas, retiradas as maquinarias, e a empresa estava fazendo um estudo de descontaminação dessas unidades.

2.2. Legislação Pertinente

O Brasil prima por possuir uma ampla legislação em aspectos ambientais, embora muitas vezes não seja levada a termo. Mas no que se refere a ACs não tem desenvolvido uma legislação específica, tendo-se que buscar normas legais que indiretamente estão regulando a gestão de sítios contaminados por resíduos perigosos.

Figura 5. Diagrama explicativo de como os compostos orgânicos volatilizam de uma camada livre de combustível que pode causar vapores perigosos que se acumulam perto de residências. Um sistema de Extração de Vapor do Solo (EVS) intercepta os vapores antes que eles possam alcançar os porões.



Fonte: NJDEP (1998)

2.2.1. Legislação Internacional Adotada no Brasil

Convenção da Basileia sobre o Controle de Movimentos Transfronteiriços de Resíduos Perigosos - Foi adotada em 22/03/89, entrou em vigor em 05/05/92, no Brasil em 30/12/92, ratificada através do Decreto N.º 875 de 18/07/93. Constitui um instrumento que estabelece obrigações como mecanismos de controle e redução de movimentos transfronteiriços de resíduos perigosos e seu depósito, com manejo eficiente e ambientalmente seguro, baseado no princípio do consentimento prévio e explícito para a importação e o trânsito desses resíduos, coibindo o tráfico ilícito. Reconhece o direito soberano de qualquer Estado em proibir a entrada ou depósito de resíduos perigosos estrangeiros em seu território. Visa a minimização da quantidade e toxicidade dos resíduos gerados e seu tratamento ambientalmente seguro e próximo da fonte geradora, além de fornecer suporte aos países em desenvolvimento para o atendimento a estes preceitos (SMA, 1997).

2.2.2. Legislação Brasileira Federal

Lei n.º 6.766/79 - Parcelamento do Solo Urbano - Define as competências do Estado e do Município quanto ao parcelamento do solo.

Art. 3º, Parágrafo único: Não será permitido o parcelamento do solo: (...)

II - em terrenos que tenham sido aterrados com material nocivo à saúde pública, sem que sejam previamente saneados; (...)

V - em áreas (...) onde a poluição impeça condições sanitárias suportáveis, até a sua correção.

Lei n.º 6.938, de 31/08/81 - Política Nacional do Meio Ambiente, regulamentada pelo Decreto n.º 88.351, de 01/06/83 e pelo Decreto n.º 99.274, de 06/06/90 - Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, constitui o Sistema Nacional do Meio Ambiente - SISNAMA, e o Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA como seu órgão superior.

Art. 2º - A Política Nacional de Meio Ambiente tem por objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no país, condições de desenvolvimento socio-econômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana, atendidos os seguintes princípios: (...) VIII - recuperação de áreas degradadas; (...)

Art. 14. IV, § 1º - Sem obstar a aplicação das penalidades previstas neste artigo, é o poluidor obrigado, independentemente da existência de culpa, a indenizar ou reparar os danos causados ao meio ambiente e a terceiros, afetados por sua atividade. O Ministério Público da União e dos Estados terá legitimidade para propor ação de responsabilidade civil e criminal por danos causados ao meio ambiente.

Lei n.º 9.605, de 17/02/98 - Lei de Crimes Ambientais - Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente.

Capítulo V - (...) Seção III - Da Poluição e Outros Crimes Ambientais

Art. 54. Causar poluição de qualquer natureza em níveis tais que resultem ou possam resultar em danos à saúde humana, ou que provoquem a mortandade de animais ou a destruição significativa da flora: (...) § 2º. Se o crime:

I - tornar uma área, urbana ou rural, imprópria para a ocupação humana; (...)

V - ocorrer por lançamento de resíduos sólidos, líquidos ou gasosos, ou detritos, óleos ou substâncias oleosas, em desacordo com as exigências estabelecidas em leis ou regulamentos: (...)

Art. 56. Produzir, processar, embalar, importar, exportar, comercializar, fornecer, transportar, armazenar, guardar, ter em depósito ou usar produto ou substância tóxica, perigosa ou nociva à saúde humana ou ao meio ambiente, em desacordo com as exigências estabelecidas em leis ou nos seus regulamentos: (...)

§ 1º. Nas penas incorre quem abandona os produtos ou substâncias referidas no caput, ou os utiliza em desacordo com as normas de segurança.

Lei n.º 519, de 16/04/84 - Dispõe sobre a proibição de depósitos de lixo a céu aberto.

Lei n.º 7.347, de 24/07/85 - Disciplina a Ação Civil Pública de responsabilidade por danos causados ao meio ambiente.

Lei n.º 2.011, de 10/07/92 - Dispõe sobre a obrigatoriedade de implantação de programa de redução de resíduos.

Decreto-Lei n.º 1.413, de 14/08/75 - Dispõe sobre o controle da poluição do meio ambiente provocada por atividades industriais.

Resolução CONAMA n.º 001-A, de 23/01/86 - Regulamenta o transporte de produtos perigosos.

Resolução CONAMA n.º 006, de 15/06/88 - Regulamenta o licenciamento de resíduos industriais perigosos.

(...) Considerando a ausência de informações sobre os tipos e destinos dos resíduos gerados no Parque Industrial do País; Considerando a necessidade de dados precisos sobre os estoques de Bifenilas Policloradas - PCBs e agrotóxicos fora de especificação ou de uso proibido; Considerando que estes produtos podem apresentar características extremamente prejudiciais à saúde humana e ao meio ambiente; (...)

Art. 3º - As entidades públicas e/ou privadas que possuam estoques agrotóxicos fora de condições de uso proibido, deverão apresentar ao órgão ambiental competente dentro de 90 (noventa) dias, a partir da publicação desta Resolução, o inventário destes estoques, na forma definida no Anexo I. (...)

Resolução CONAMA n.º 23, de 12/12/96 - Proíbe a importação de resíduos perigosos e outros resíduos e estabelece restrições à importação de resíduos inertes.

Resolução CONAMA n.º 235, de 07/01/98 - Classifica os resíduos, para melhor gerenciamento das importações, fazendo vigorar o ANEXO 10 da Resolução CONAMA n.º 23 de 12/12/96.

NBR 1.284, da ABNT - Armazenamento de Resíduos Sólidos Perigosos

NBR 10.004 /set. 1987, da ABNT - Resíduos Sólidos - Classificação - Classifica os resíduos sólidos quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, para que possam ter manuseio e destinação adequados (ABNT, 1987).

2.2.3. Legislação do Estado do Rio de Janeiro

Decreto-Lei n.º 30, de 24/03/75 - Institui a Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente - FEEMA, como órgão técnico e executor da Política Estadual de Controle

Ambiental, e a Comissão Estadual de Controle Ambiental - CECA, como órgão normativo, exercendo o poder de polícia.

Lei n.º 2.803, de 07/10/97 - Veda a utilização e a instalação subterrânea de depósitos e tubulações metálicas, para armazenamento ou transporte de combustíveis ou substâncias perigosas, sem proteção contra a corrosão.

Art. 1º - Fica vedada, no território do Estado do Rio de Janeiro, a utilização e a instalação subterrânea de depósitos e tubulações de estrutura metálica, para armazenamento ou transporte de combustível ou substâncias perigosas, em postos de serviço automotivo, ou órgãos, entidades e empresas de qualquer natureza, sem proteção efetiva contra a corrosão. (...)

DZ-1310 - Diretriz de Implantação do Sistema de Manifesto de Resíduos Industriais - Estabelece a metodologia do Sistema de Manifesto de Resíduos Industriais, a ser implantado pela FEEMA, para o controle dos resíduos industriais gerados no Estado do Rio de Janeiro, desde a sua origem até a destinação final, como parte integrante do Sistema de Licenciamento de Atividades Poluidoras - SLAP (FEEMA, 1999b).

DZ-1311 - Diretriz de Destinação de Resíduos - Estabelece diretrizes para o licenciamento da destinação de resíduos sólidos, semi-sólidos e líquidos não passíveis de tratamento convencional, como parte integrante do SLAP (FEEMA, 1999a).

DZ-1313 - Diretriz para Impermeabilização Inferior e Superior de Aterros de Resíduos Industriais.

2.3. Cidade dos Meninos

A Cidade dos Meninos ocupa uma área de 19,4 km² do Distrito de Campos Elíseos, município de Duque de Caxias, RJ, localizada no km 12 da Av. Pres. Kennedy, antiga Estrada Rio-Petrópolis, com uma população atual de cerca de 1.500 pessoas.

Em 1923, em um terreno de cerca de 3 km² foi criado o Abrigo Cristo Redentor para abrigar mendigos, em 1934 a área foi cedida ao Governo para a implantação de um albergue para acolher meninas abandonadas, o qual em 1947 foi entregue à Fundação Cristo Redentor para a ampliação da construção para 40 pavilhões que foi então denominada Cidade dos Meninos, com o objetivo de abrigar menores carentes. Em 1949, foi solicitado pelo antigo Serviço Nacional de Malária oito dos pavilhões, para inaugurar ainda neste ano o Instituto de Malariologia, órgão pertencente ao Ministério da Educação e Saúde (Borges, 1996).

Um dos pavilhões seria destinado à instalação do Laboratório de Inseticidas, que em 1950, com o objetivo de abastecer o mercado interno, passou a funcionar a fábrica para a produção de HCH, erroneamente conhecido como BHC ou pó-de-broca, um pesticida organoclorado que seria usado para o controle de doenças endêmicas como a malária, a doença de Chagas e a esquistossomose. Além do HCH, outros pesticidas, em menores quantidades, como DDT e arseniato de sódio (verde Paris), também foram manipulados na fábrica (Dias *et al.*, 1997).

O HCH é um agrotóxico da classe dos organoclorados, uma substância química manufaturada que não ocorre naturalmente na natureza. O HCH não purificado - grau técnico, é resultante da mistura de oito formas químicas chamadas isômeros (alfa-HCH: 65-70%; beta-HCH: 7-10%; gama-HCH: 14-15%; delta-HCH: 7%; epsilon-HCH: 1-2%; e outros: 1-2%), mas o isômero que apresenta propriedades inseticidas é o γ (gama-HCH) ou lindano. Trata-se de uma substância branca que ao evaporar torna-se incolor e com um odor suave de mofo. A mistura técnica tem um odor mais forte devido a presença de alfa-HCH. Foi largamente usado como inseticida nas safras de frutas e vegetais, sendo ainda usado em unguentos para tratar piolhos e sarnas (ATSDR, 1995).

O processo de produção mais comum do HCH técnico (t-HCH) é através da reação de cloro com benzeno na presença de radiação ultravioleta. No Laboratório de Inseticidas, a produção do t-HCH empregou tecnologia holandesa de baixo custo que utilizava o processo industrial de fabricação por catálise química. As matérias-primas consumidas eram: o benzeno, produzido pela coqueria da Companhia Siderúrgica Nacional em Volta Redonda, e o cloro, procedente da Companhia Eletroquímica Fluminense em São Gonçalo, que ao parar de produzir cloro (gás) tentou-se trazê-lo de S. Paulo, mas problemas operacionais de custo e risco o impediram (Braga, 1996).

Com o aumento da oferta de lindano a baixo custo no mercado nacional e internacional, definiu-se pela desativação da fábrica em 1955. De 1955 a 1960, funcionou no mesmo local a Fábrica de Produtos Profiláticos, que integrava o Departamento Nacional de Endemias Rurais, que segundo Bastos (1999) e Mello (1999), produziu t-HCH, pasta de DDT, emulsionáveis, larvicidas, mosquicidas e outros. Em 1958 a estrutura da fábrica chegou a ser aumentada em 512 m², mas em 1961 a fábrica da Cidade dos Meninos foi definitivamente desativada.

Todo o acervo foi abandonado no local, sem nenhuma proteção: móveis, maquinaria e estoques com aproximadamente 350 toneladas de HCH *in natura* que já havia sido produzido, inclusive largados ao ar livre nas imediações da fábrica, numa área de 2.000

m². Estes rejeitos foram se dispersando, sendo encontrados nos terrenos das casas vizinhas, usados por seus habitantes e invasores, servindo inclusive de aterro para uma estrada que atravessa a região. Os rejeitos já vinham se acumulando desde 1950, quando o Instituto de Malariologia começou a funcionar: após a extração do lindano, o resíduo formado pela mistura dos outros isômeros do t-HCH, o que equivale a cerca de 87% (Paiva, 1996), era descartado como resíduo de produção e armazenado no solo junto à fábrica.

A comercialização, o uso e a distribuição do HCH, assim como de outros pesticidas organoclorados, foram proibidos a partir de 1985 pelo Ministério da Agricultura, através da Portaria N.º 329 de 02/09/85. Os produtos organoclorados incluem: Aldrin, Clorobenzilato, DDT, Dicofol, Dodecacloro, Endossulfan, Endrin, HCH, Heptacloro, Lindano, Metoxicloro, Nonacloro, Pentaclorofenol e Toxafeno. De acordo com a referida Portaria, o emprego destes compostos ficaram restritos às Campanhas de Saúde Pública sob a responsabilidade da Superintendência de Campanhas de Saúde Pública - SUCAM.

Em 1989, com a denúncia da comercialização ilegal do HCH numa feira livre em Duque de Caxias, descobriu-se que a fonte era a Cidade dos Meninos, o que foi constatado pela FEEMA a partir de vistoria e estudos preliminares utilizando amostras de solo, frutas e vegetais colhidos na região. Nesse mesmo ano, sob coordenação da FEEMA e da Defesa Civil, foram removidas 40 toneladas de HCH, colocadas em bombonas plásticas e armazenadas na Refinaria Duque de Caxias para futura incineração, permanecendo até hoje.

Desde a instalação da fábrica, a contaminação gerando danos à saúde humana e ao ambiente vem ocorrendo: a ação do vento e da chuva transportando os contaminantes; frutas e hortaliças cultivadas na região, animais domésticos, especialmente o gado (2.000 cabeças) consumidor do pasto disponível e que vem sendo usado para abate e produção de leite, e a biota em geral, incluindo plantas e animais silvestres; o solo, onde as crianças brincam e ingerem terra contaminada; o uso de parte do material para aterrar a Estrada Camboaba com 4 km de extensão que atravessa a Cidade dos Meninos; a contaminação do homem pelas vias de exposição, por contato direto, ou indireto através da cadeia alimentar.

O HCH, ao se acumular no tecido adiposo, distribui-se no fígado, cérebro, rins, glândulas tireóides, baço, pâncreas, pulmões e coração; altera o metabolismo do fígado, rins, pulmões e estômago; produz efeitos neurotóxicos. Os efeitos genéricos nas populações resumem-se em: irritação nos pulmões, problemas no coração, dor de cabeça, alterações hematológicas (anemia, leucopenia, etc.), alterações cutâneas, vertigens, ataques apopléticos, convulsões e morte. Além destes sinais de envenenamento típicos de

organoclorados, o HCH é classificado como possivelmente carcinogênico para humanos, tanto em U.S. EPA (1998k) como em ATSDR (1995). Segundo Dias *et al.* (1997), baseado em dados da Associação dos Moradores, 28 residentes haviam morrido vítimas de câncer nos últimos 15 anos na Cidade dos Meninos, supostamente relacionados à contaminação por HCH, dados não confirmados oficialmente.

Em 1990, com base no processo movido pela Procuradoria Geral da Justiça, a Fundação Oswaldo Cruz - FIOCRUZ foi convocada pelo Ministério da Saúde, que foi responsabilizado pela situação, para apurar os danos à saúde e ao meio ambiente provocados pela exposição ao HCH e para a elaboração de uma proposta de ação/remediação para o local. Na ocasião, a área de localização da Fundação Abrigo Redentor pertencia à extinta Legião Brasileira de Assistência - LBA, onde cerca de 400 crianças moravam e estudavam, além da população formada pelas famílias residentes que somavam cerca de 1.000 pessoas.

Desse período em diante, pesquisadores da FEEMA, FIOCRUZ, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro - PUC e CETESB/GTZ fizeram análises do solo (Oliveira, 1994; Barreto, 1998; Borges, 1996), de frutas cultivadas na região, do pasto (grama), do sangue de moradores (Braga, 1996), da água subterrânea e dos leites de vaca e humano (Mello, 1999) provenientes da Cidade dos Meninos, e na maioria dos estudos foram detectados índices altos de contaminação. Mas segundo Borges (1996), apesar da volatilidade sabida do HCH denunciada pelo seu forte odor característico que pode ser percebido até a uma distância de 2 km do foco, principalmente em dias quentes, ainda não houve iniciativa no sentido de monitorar o ar para detectar os níveis de poluição.

Em 1995, o Ministério da Saúde contratou a Nortox S.A. para adicionar óxido de cálcio (cal) nos locais de solo contaminado, baseando-se na teoria de que na presença de reagente alcalino, água e luz, o HCH sofre um processo de desidrocloração, resultando na formação de triclorobenzeno, com uma eficiência de quase 100% na transformação (Dias *et al.*, 1997).

Em 1996 e recentemente (Bastos, 1999), pesquisadores da FIOCRUZ realizaram novos estudos no local e constataram altas concentrações dos isômeros de HCH, assim como de outros compostos organoclorados, no solo da área foco da Cidade dos Meninos. Com a hidrólise da cal, outros compostos que fazem parte das vias de degradação do HCH foram formados: os clorofenóis (triclorofenol, pentaclorofenol), mais voláteis e solúveis, podendo assim se espalhar mais. Detectou-se também DDT e seus metabólitos, clorobenzenos e dioxinas. As dioxinas, que são extremamente tóxicas, carcinogênicas e

voláteis, podem ter sido formadas a partir da presença de triclorofenóis que sofreram decaimento na presença de cobre que também estava presente na área, ou pela reação de dimerização dos clorofenóis, ou ainda terem sido introduzidas através da cal. A quantidade de rejeitos na área foco que somava cerca de 300 ton, com a mistura aumentou para 6.000 ton. A área foco contaminada que perfazia 2.000 m², cresceu para 33.000 m² de extensão. No presente esta área é invadida por curiosos e pelo gado que pasta livremente no sítio contaminado, e a Fundação Abrigo Cristo Redentor está desativada.

Atualmente a FIOCRUZ financia um projeto na área da Cidade dos Meninos com o objetivo de realizar um estudo de avaliação de saúde ambiental do sítio e do seu entorno para determinar o nível de risco que o sítio oferece à população que vive na vizinhança, e que se baseará para aplicação, na metodologia de avaliação de saúde que consta em anexo neste estudo. O outro projeto que está sendo desenvolvido é o *Estudo de biorremediação e identificação de produtos de degradação ambiental dos organoclorados utilizados na Cidade dos Meninos em Duque de Caxias, RJ*, financiado pelo Programa de Apoio à Pesquisa Estratégica em Saúde da FIOCRUZ (PAPES 2).

A questão da Cidade dos Meninos sempre foi uma preocupação da FEEMA, no entanto ela encontra-se sem alternativas de intervenção porque o Estado não disponibiliza recursos financeiros para tomar as providências necessárias e implementar os projetos de cooperação técnica, além de que o proprietário da área é o Governo Federal.

Segundo a Eng.^a A. C. Rangel da FEEMA (em entrevista), um grupo da FEEMA que esteve envolvido desde o início com o caso da Cidade dos Meninos, se reuniu com o grupo do Projeto CETESB/GTZ, foi para a Alemanha, viu ACs, metodologias que estavam sendo utilizadas para descontaminação. Algumas amostras foram coletadas na Cidade dos Meninos e foram feitas análises pelo grupo CETESB/GTZ, e havia a intenção de criar um convênio para diagnóstico de descontaminação da área (o convênio FEEMA/GTZ cobre outros aspectos). Na época, a FEEMA já tinha estabelecido com a PUC um convênio por solicitação e a expensas do Ministério da Saúde, em que seria apresentada uma proposta de recuperação da área. Foram analisados os resultados do trabalho realizado pela CETESB/GTZ (1997a), mas não foi dado seguimento porque não houve o retorno do Ministério da Saúde, e o Estado não se considera em condições de arcar com as despesas para o diagnóstico e o estudo se não tiver um acordo do maior responsável que é o Ministério da Saúde.

CAPÍTULO 3

METODOLOGIA

Para atingir os objetivos que foram anunciados na Introdução, ou seja, a comparação dos sistemas de gestão de sítios contaminados por resíduos perigosos nos Estados Unidos, Brasil e outros países, para possibilitar uma análise e conclusão da situação vigente, foram empregadas as seguintes metodologias de campo e analítica:

3.1. Metodologia de Campo

A utilização de dados secundários aconteceu através do levantamento bibliográfico, principalmente utilizando diversos *sites* da Internet. Esse levantamento foi efetivo para a coleta e compilação de dados específicos ou numéricos referentes aos diversos países abordados, que permitiram o desenvolvimento de gráficos para a definição do panorama da gestão de sítios contaminados a nível internacional.

Além da pesquisa bibliográfica, foram coletados dados através de questionário especialmente desenvolvido e aplicado a órgãos públicos ambientais dos dois Estados mais industrializados do Brasil: Rio de Janeiro e São Paulo. Foram realizadas entrevistas com profissionais da FEEMA no Rio de Janeiro, e da CETESB e da SVMA em São Paulo. Os itens do questionário (**Quadro 5**) abrangeram as principais questões que envolvem uma gestão de sítios contaminados por resíduos perigosos.

No Rio de Janeiro, em março e julho de 1999, foram entrevistadas duas profissionais da FEEMA, uma em cada Divisão: Eng.^a Ana Cristina Rangel (DICIN) e Eng.^a Vilma Cardoso (DIVOC). Em São Paulo, em março de 1999, foram entrevistados um profissional da CETESB e dois da SVMA: Geol. Elton Gloeden (DPEI), Geol. Francisco Adrião Neves da Silva (DECONT 1) e Geol. Cláudio Benedito Gurdos (DECONT 3), respectivamente.

**Quadro 5. Questionário para Avaliação da Gestão de Sítios Contaminados
no Rio de Janeiro e em S. Paulo**

1.	- Quais os setores deste órgão são responsáveis pela gestão de áreas contaminadas?
2.	- Quais as atribuições desses departamentos?
3.	- Que tipo de áreas são consideradas contaminadas e qual a predominância?
4.	- Qual a legislação específica para áreas contaminadas?
5.	- Qual a principal ameaça de contaminação ambiental enfrentada atualmente?
6.	- Existe responsabilidade deste órgão quanto ao registro de áreas contaminadas?
7.	- Qual o número de APC, ASC ou AC?
8.	- A legislação define responsabilidades quanto à remediação do sítio?
9.	- Existe algum procedimento para indústrias que estão desativando ou já desativadas?
10.	- Quem é responsável pela remediação de áreas contaminadas abandonadas?
11.	- Existe algum projeto importante em resposta a áreas contaminadas? Como é aplicado?
12.	- Tem padrões para solos e águas subterrâneas?
13.	- Tem alguma metodologia de avaliação de risco/saúde ambiental para áreas contaminadas?
14.	- São abordados aspectos de saúde humana?
15.	- Existe uma estimativa do custo de recuperação dessas áreas?
16.	- Esta instituição mantém convênios para responder a áreas contaminadas?
17.	- Qual a importância da contaminação nos postos de gasolina e no seu entorno?
18.	- Quais os casos de contaminação por HCH?
19.	- Há algum grupo que trabalha ou já trabalhou no caso Cidade dos Meninos?
20.	- Qual o método ou tecnologia de remediação tem sido usado?

A coleta de dados internacionais sobre os sistemas de gestão de sítios contaminados por resíduos perigosos foi feita através da consulta de artigos, relatórios, livros e *sites* da Internet. Entre o material pesquisado, quatro fontes se destacaram pela quantidade e atualização das informações: dois relatórios anuais de 1998 e 1999 de Estudos Piloto da NATO/CCMS (U.S. EPA, 1998f; 1999g) contendo os resumos atualizados de projetos, legislação, gestão, programas e pesquisas relacionados a ACs em vários países; um artigo (Martin *et al.*, 1997) que é um retrospecto de temas de política de ACs apresentado por países individuais nas reuniões do Estudo Piloto da NATO/CCMS em 1993, 1994 e 1996, e focaliza as mudanças na legislação, gestão e atividades de remediação nesses países; e um artigo (Ferguson, 1999) que disponibiliza a política e práticas relacionadas a ACs nos 16 países europeus integrantes de CARACAS.

Com referência ao Brasil, do material pesquisado em forma de documento, duas fontes se destacaram pela importância e prova evidente da gestão de ACs em São Paulo, ambas desenvolvidas em cooperação técnica Brasil-Alemanha: o *Manual de Áreas Contaminadas* em pré-edição para avaliação interna, através do Projeto CETESB/GTZ (1997a; 1997b) em 2 volumes, que se propõe a direcionar a atuação da CETESB, de outros

órgãos, comunidade científica e empresas privadas, para que as ações sejam uniformizadas e possam futuramente atuar em conjunto nas questões que envolvem a gestão de ACs por resíduos perigosos; e o *Cadastro de Áreas Contaminadas / Sistema Geográfico de Informações*, também através do Projeto CETESB/GTZ (1998), que é o instrumento principal utilizado para a gestão de ACs.

A investigação das informações disponíveis permitiu a seleção final de 18 países (**Quadro 6; Figuras 9 e 10**) para efeito de comparação dos seus sistemas de gestão, que obedeceu aos seguintes critérios: existência de dados suficientes; escolha de países ricos e precursores no desenvolvimento de sistemas de gestão de ACs e padrões para avaliação de solo e águas subterrâneas contaminados como a Alemanha, Holanda, Estados Unidos e Canadá, e países menos desenvolvidos com economias próximas a brasileira como Portugal, Grécia e República Tcheca. Escolhidos os países, foi confeccionado um *check-list* (**Quadro 7**) procurando identificar questões relevantes para a gestão de sítios contaminados as quais se tinha acesso e que seria possível obter respostas.

O *check-list* foi aplicado a cada país para coletar as informações de forma homogênea e facilitar a análise de comparação de seus sistemas de gestão. Ele foi respondido através da investigação das informações disponíveis, sendo que para o Brasil, baseou-se principalmente nas entrevistas realizadas em São Paulo e no Rio de Janeiro.

Quadro 6. Países Selecionados e Respectivas Superfícies

	Países Selecionados	Superfície (km²)
1.	Alemanha	356.910
2.	Áustria	83.858
3.	Bélgica	30.510
4.	Brasil	8.547.403,5
5.	Canadá	9.976.140
6.	Dinamarca	43.094
7.	Espanha	504.750
8.	Estados Unidos	8.093.678
9.	França	547.030
10.	Grécia	131.940
11.	Holanda	41.532
12.	Hungria	93.030
13.	Noruega	324.220
14.	Portugal	92.391
15.	Reino Unido	244.820
16.	República Tcheca	78.703
17.	Suécia	449.964
18.	Suíça	41.290

Obs.: A superfície dos EUA considerada é sem a inclusão do Alasca e do Havai (+ 1.535.413km²).

Figura 6. Países Europeus Seleccionados

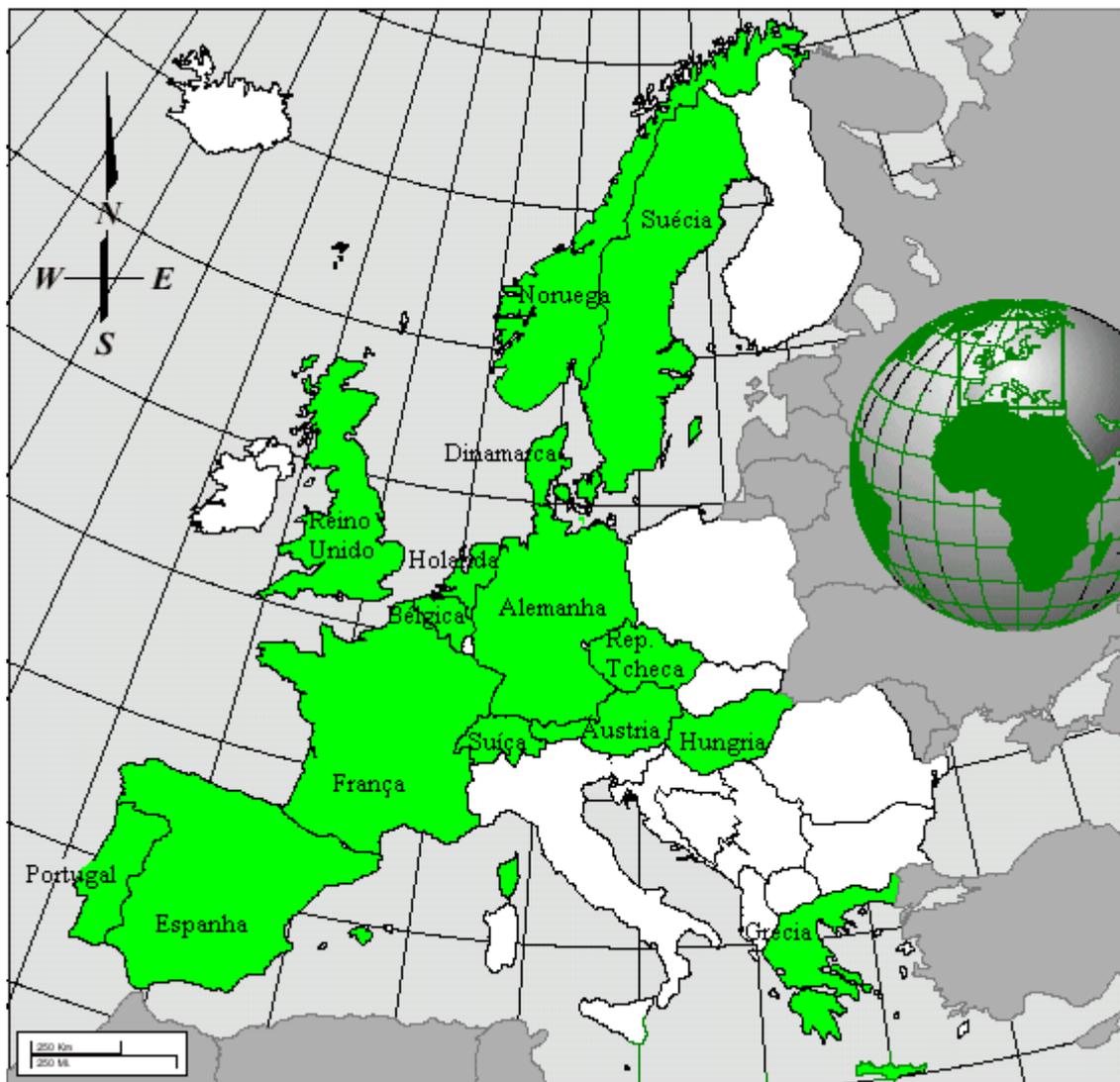


Figura 7. Países das Américas Seleccionados

(13)	Qual o número estimado ou registrado de áreas potencialmente contaminadas?	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> desconhecido
(14)	Qual o número estimado ou registrado de áreas suspeitas de contaminação?	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> desconhecido
(15)	Qual o número estimado ou registrado de áreas contaminadas?	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> desconhecido
(16)	Qual o tipo de área potencialmente contaminada, área suspeita de contaminação ou área contaminada, predominante?	<input type="checkbox"/> áreas de disposição de resíduos (abandonadas ou não) <input type="checkbox"/> áreas industriais (abandonadas ou não) <input type="checkbox"/> áreas em uso (industriais e de disposição de resíduos)
(17)	Qual o número de áreas contaminadas que estão em processo de remediação ou já foram restauradas?	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> desconhecido
(18)	Qual o método ou tecnologia de remediação tem sido mais usado no País?	<input type="checkbox"/> métodos convencionais (escavação e disposição, mistura/ regraduação, barreira no solo, sistema de cobertura) <input type="checkbox"/> métodos convencionais e técnicas <i>in situ</i> <input type="checkbox"/> técnicas <i>ex situ</i> , <i>in situ</i> (biorremediação, extração de vapor do solo, aspersão de ar) <input type="checkbox"/> desconhecido
(19)	O País tem algum programa de redensolvimento de <i>brownfields</i> ?	<input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/> em andamento

Numa primeira etapa, foi realizada uma compilação de dados em resposta ao *check-list* desenvolvido junto aos países selecionados, buscando responder às questões colocadas e acrescentando alguns dados justificativos.

Quanto às dificuldades de se obter respostas a todas as questões do *check-list*, houveram alguns dados incompletos ou ignorados na própria fonte de pesquisa, que foram estabelecidos como "desconhecido" no presente estudo, principalmente em relação aos dados numéricos provenientes de alguns países referentes a APCs, ASCs, ACs e áreas que estão em processo de remediação ou que já foram restauradas. Nem todos mantêm registros destas áreas em seus bancos de dados. Entre os que gerenciam seus registros, geralmente utilizam métodos diferentes em seus cadastros, como não fazer distinção entre APC e ASC, ou divulgam apenas um tipo de área de acordo com o adiantamento dos dados já obtidos.

No Brasil, devido a existência de dados numéricos de APCs apenas para a RMSP, única região que desenvolve um Cadastro de Áreas Contaminadas, e o estudo estar relacionado à comparação entre países, estes dados não foram considerados para a análise.

Ainda referente aos dados numéricos, sabe-se que não é possível estarem integralmente atualizados, mesmo porque tais dados não são divulgados a todo instante na mesma velocidade em que se processam os fatos, investigações e cadastros. Os dados numéricos identificados, para sua avaliação apropriada, terão que ser relacionados com a superfície de cada País, visando encontrar uma proporção equivalente superfície (km²) / n.º de APC, ou ASC, ou AC; e o percentual de áreas que estão em processo de remediação ou que já foram restauradas em relação às ACs. Esses cálculos estão no Anexo A.

Os dados para a confecção do manual de avaliação de saúde ambiental foram coletados especialmente de publicações da ATSDR (1992a; 1992b), e de Díaz-Barriga (1998) para a Organização Panamericana de Saúde - OPS.

3.2. Metodologia Analítica

Uma vez compilada através do *check-list* as informações do sistema de gestão dos diversos países, utilizou-se de estatísticas simples como médias, porcentagens e gráficos para análise e comparação dos diversos sistemas de gestão. A metodologia dos cálculos numéricos requeridos no *check-list* é apresentada abaixo:

Superfície do País por Área Potencialmente Contaminada

Área potencialmente contaminada (APC) é a área onde está sendo ou foram desenvolvidas atividades potencialmente contaminadoras, ou quando lida com substância que causa contaminação.

São apresentados apenas os países que tiveram seus dados divulgados através das fontes de pesquisa selecionadas para este estudo: Áustria, Bélgica, Dinamarca, Espanha e EUA. É importante ressaltar que alguns dados são parciais e podem já estar desatualizados. Os resultados desses cálculos constam no **Quadro a-21** do Anexo A.

Superfície do País por Área Suspeita de Contaminação

Área suspeita de contaminação (ASC) é a área na qual após a realização da avaliação preliminar, são observadas indicações de possibilidade da presença de contaminantes, ou quando nessa área, as substâncias perigosas não são monitoradas de maneira adequada.

São apresentados apenas os países que tiveram seus dados divulgados através das fontes de pesquisa selecionadas para este estudo: Alemanha, Áustria, Dinamarca, Espanha, França, Hungria, Noruega, República Tcheca, Suécia e Suíça. É importante ressaltar que alguns dados são parciais e podem já estar desatualizados. Os resultados desses cálculos constam no **Quadro a-22** do Anexo A.

Superfície do País por Área Contaminada

Área contaminada (AC) é a área onde há comprovadamente, através de análises, a presença de substâncias tóxicas ou perigosas que nela tenham sido depositadas, acumuladas, armazenadas, enterradas ou infiltradas, em concentrações maiores que no background. Do ponto de vista da saúde pública, a contaminação ambiental afeta a saúde e a qualidade de vida principalmente das pessoas que vivem e trabalham perto do sítio contaminado.

São apresentados apenas os países que tiveram seus dados divulgados através das fontes de pesquisa selecionadas para este estudo: Áustria, Bélgica, Dinamarca, Espanha, EUA, França, Holanda, Hungria, Noruega, Rep. Tcheca, Suécia e Suíça. Alguns dados são parciais e podem já estar desatualizados. Os resultados constam no **Quadro a-23**, Anexo A.

Percentual de Áreas Contaminadas em Processo de Remediação ou que já foram Restauradas (AR) e N.º de ACs à Espera de Remediação

São apresentados apenas os países que tiveram seus dados divulgados através das fontes de pesquisa selecionadas para este estudo: Áustria, Bélgica, Dinamarca, Espanha, EUA, França, Hungria, Noruega, República Tcheca e Suíça. Alguns dados são parciais e podem já estar desatualizados. Os resultados constam no **Quadro a-24** do Anexo A.

CAPÍTULO 4

RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Avaliação da Gestão de Sítios Contaminados no Exterior e no Brasil

O resultado do questionário aplicado aos órgãos ambientais do Rio de Janeiro e de São Paulo, não foi sistemático devido ao fato desses órgãos não disporem ou situarem-se numa fase introdutória de um sistema de gestão de ACs. No Rio de Janeiro, onde o assunto não é abordado a partir de conceitos usuais como em outros países, as perguntas foram reformuladas para a obtenção de respostas condizentes a este trabalho.

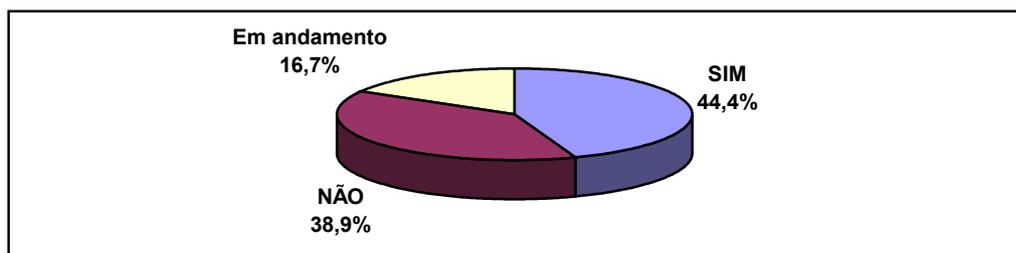
A compilação dos resultados de cada pergunta do *check-list* aplicado a cada país (Alemanha, Áustria, Bélgica, Brasil, Canadá, Dinamarca, Espanha, Estados Unidos, França, Grécia, Holanda, Hungria, Noruega, Portugal, Reino Unido, República Tcheca, Suécia e Suíça) é mostrada nos **Quadros a-1-a-24** do Anexo A. Com exceção dos itens referentes à superfície do país por APC, ASC e AC, percentual de ARs e n.º de ACs à espera de remediação, todos os outros itens abrangem os resultados de todos os países selecionados. Esses resultados calculados em porcentagens, bem como uma discussão geral sobre os mesmos são apresentados a seguir:

Disponibilidade de Legislação Federal Específica para o Solo

Entre os países estudados, parte considerável ou 44 % possuem legislação federal específica para o solo (**Quadro a-1; Figura 8**), que é o regulamento básico para o gerenciamento de sítios contaminados. É importante que haja uma legislação federal para harmonizar regulamentos e valores de limpeza diferentes que possam estar sendo utilizados entre as diversas regiões de cada País, como é o caso da Bélgica, que até 1999 apenas Flanders tinha adotado uma estrutura legislativa integral: o Decreto de Remediação do Solo, ratificado pelo Governo Flamengo em 1995 (U.S. EPA, 1999g). O equivalente a 39 % não têm e nem estão desenvolvendo legislação federal específica para o solo, porém 17 % estão criando uma legislação.

O Brasil está entre os que ainda não cogitam uma legislação federal para o solo, mas está ao lado de alguns países bem mais desenvolvidos na gestão de ACs como o Reino Unido, a Áustria e a Bélgica.

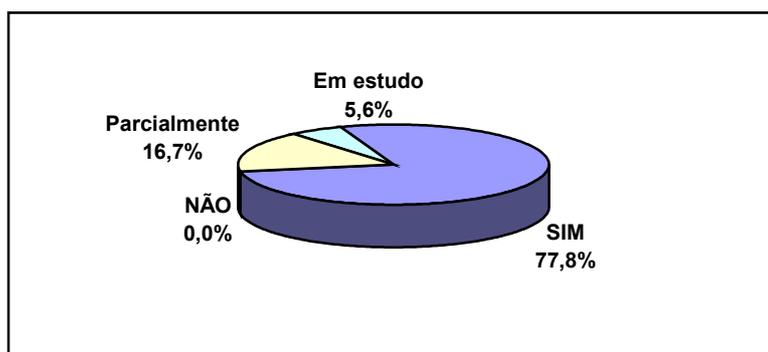
Figura 8 - Disponibilidade de Legislação Federal Específica para o Solo



Disponibilidade de Legislação Geral para Áreas Contaminadas

Quase todos os países estudados têm alguma legislação para ACs (**Quadro a-2; Figura 9**), ainda que não diretamente direcionadas como é o caso do Brasil, que embora esteja provido de ampla legislação ambiental, carece de legislação concernente a ACs. O controle pode estar inserido no campo do gerenciamento de resíduos, mas a preocupação é comum a todos os países selecionados, que já lidam com ocorrências de sítios contaminados por resíduos perigosos há algum tempo.

Figura 9 - Disponibilidade de Legislação Geral para Áreas Contaminadas



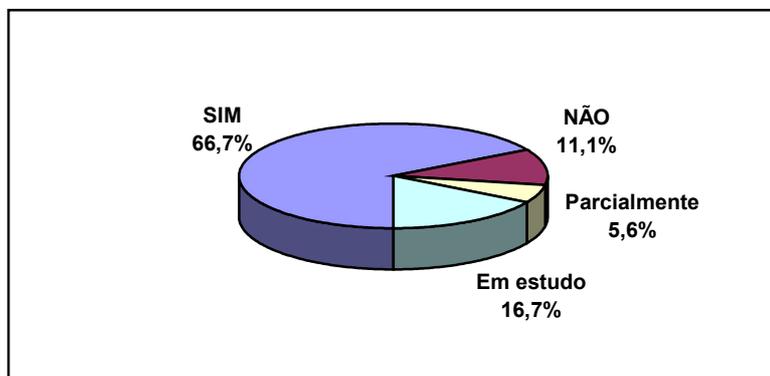
Disponibilidade de Valores de Intervenção para Avaliação de Solos Contaminados

A maioria dos países tem valores gerais de intervenção para limpeza do solo contaminado (**Quadro a-3; Figura 10**), às vezes uma adaptação do modelo holandês e/ou sueco às condições particulares como em Flanders (Bélgica) e Noruega. Os países que ainda não desenvolveram padrões próprios ou apenas parcialmente, utilizam padrões internacionais holandeses, americanos ou canadenses, como é o caso do Brasil, Grécia, Portugal e Hungria, este último tem padrões apenas para solo de agricultura, que são inerentemente conservativos (U.S. EPA, 1999g).

A Espanha, em sua Lei de Resíduos de 1998, incluiu o Plano de Recuperação de Solos Contaminados, que exige o uso de valores *screening*/diretrizes apropriados para as

características de solo específica de cada Comunidade Autônoma, ao invés de valores desenvolvidos em outros países (Ferguson, 1999). Na Áustria, o Instituto Austríaco de Standarts estaria publicando um padrão para Avaliação de Risco de Sítios Contaminados concernente a Solos Poluídos na primavera de 2000 (U.S. EPA, 1999g).

Figura 10 - Disponibilidade de Valores de Intervenção para Avaliação de Solos Contaminados



Foco Principal dos Países em Termos de Bens a Proteger

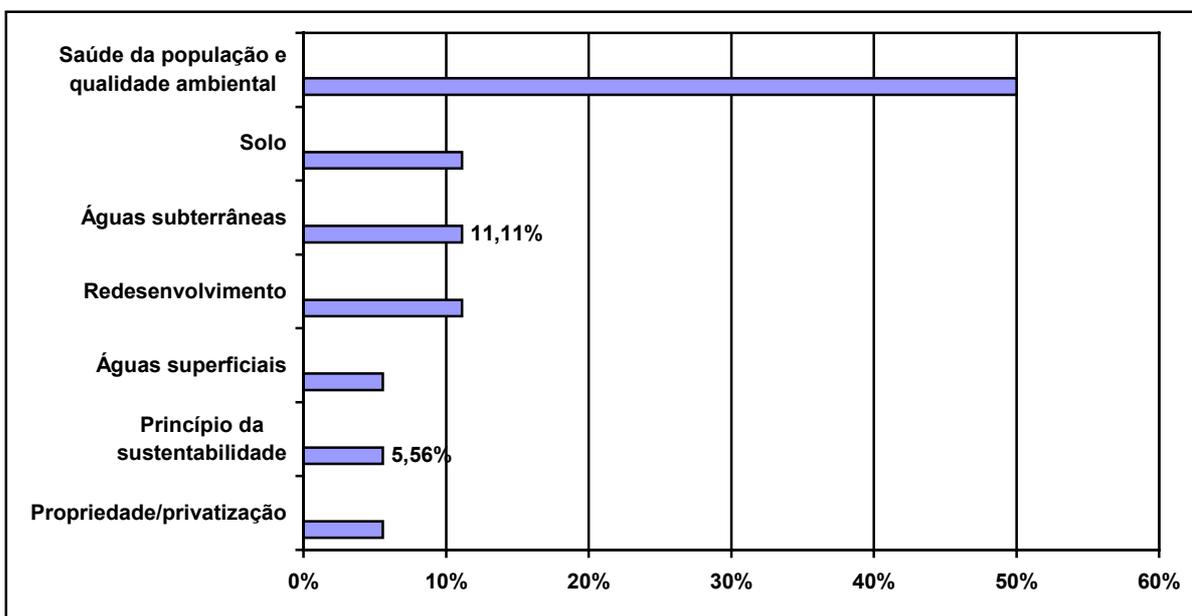
O foco principal em termos de bens a proteger é a saúde da população e qualidade ambiental, representando a prioridade de 50% dos países estudados (**Quadro a-4; Figura 11**), principalmente na identificação de efeitos adversos através das avaliações de risco. O Brasil participa deste grupo, embora não tenha alcançado meios suficientes para a defesa da saúde e do ambiente.

Em alguns países, determinadas particularidades determinam a focalização, como a Áustria e a Dinamarca, em que mais de 99% e aproximadamente 95%, respectivamente, da água de abastecimento (para beber) é suprida pelas águas subterrâneas, causando uma ênfase na prevenção da contaminação dessas águas (Ferguson, 1999). Enquanto a Noruega, a preferência é pela proteção de águas superficiais, que atende a 85% do seu suprimento de água (U.S. EPA, 1998f). Na Suíça, o redesenvolvimento tem provocado a descoberta e prioritização de casos urgentes de sítios contaminados para remediação (U.S. EPA, 1999g).

O enfoque na qualidade do solo incitou a Holanda ao estabelecimento de legislação e padrões para medir o nível de contaminação do solo que tem servido de modelo para vários países. Já a República Tcheca (U.S. EPA, 1998f; 1999g), toda sua ênfase gira em torno de sua política de privatização: a legislação pertinente para contaminação do solo e água subterrânea foi decretada em associação com a privatização de propriedades estaduais antigas e as diretrizes de níveis limite para solo, água subterrânea e combustível no solo

reportam ao uso futuro dos sítios contaminados, baseado na avaliação ambiental da propriedade a ser privatizada.

Figura 11 - Foco Principal dos Países em Termos de Bens a Proteger



Principal Ameaça de Contaminação Ambiental Enfrentada pelos Países Atualmente

Três países sofrem conseqüências mais graves do uso anterior de áreas pelo exército na geração de áreas contaminadas: a Alemanha, Hungria e República Tcheca (**Quadro a-5; Figura 12**). Obstáculos de inoperância são enfrentados por outros três países: na Áustria, as obrigações de *Atlastensanierungsgesetz* - ALSAG ou Lei Federal de Limpeza de Sítios Contaminados, têm estado enfraquecidas devido à complexidade dos diferentes regulamentos e agências reguladoras no processo de gerenciamento e o controle do pagamento da taxa de resíduo tem se mostrado inefetivo (Martin *et al.*, 1997); na Bélgica, os problemas principais referentes ao gerenciamento de áreas contaminadas é a falta de recursos de muitas partes responsáveis pela limpeza da poluição histórica, e o mérito ambiental e a eficiência de custo dos programas de remediação (U.S. EPA, 1998f); na França, como não existe legislação específica para proteção do solo ou sítios contaminados, a legislação existente está mais conectada ao gerenciamento de instalações industriais e em menor grau ao gerenciamento de resíduo (U.S. EPA, 1999g).

A disposição irregular de resíduos ameaça o Brasil, Canadá e Portugal. No Brasil (CETESB/GTZ, 1997b), apenas no Estado de São Paulo, anualmente somam 996.000 ton de resíduos industriais que estão sendo dispostos inadequadamente no solo, sendo 949.000 ton enquadrados nas classes I (perigosos) e II (não-inertes). No Canadá, um caso

recente, as Lagoas de Breu de Sidney, na Província de Nova Escócia, onde a prática de disposição de resíduos perigosos de um complexo siderúrgico na fabricação do aço contaminou uma imensa área de 34 ha de lagoas contendo aproximadamente 500.000 ton de material contaminado como hidrocarbonos policíclicos aromáticos (PAHs), compostos de nitrogênio heterocíclicos (HNCs), PCBs e metais pesados (U.S. EPA, 1999g). Portugal está elaborando um plano de ação para eliminar os lixões abertos, tanto os de resíduos municipais como os de resíduos industriais (Ferguson, 1999).

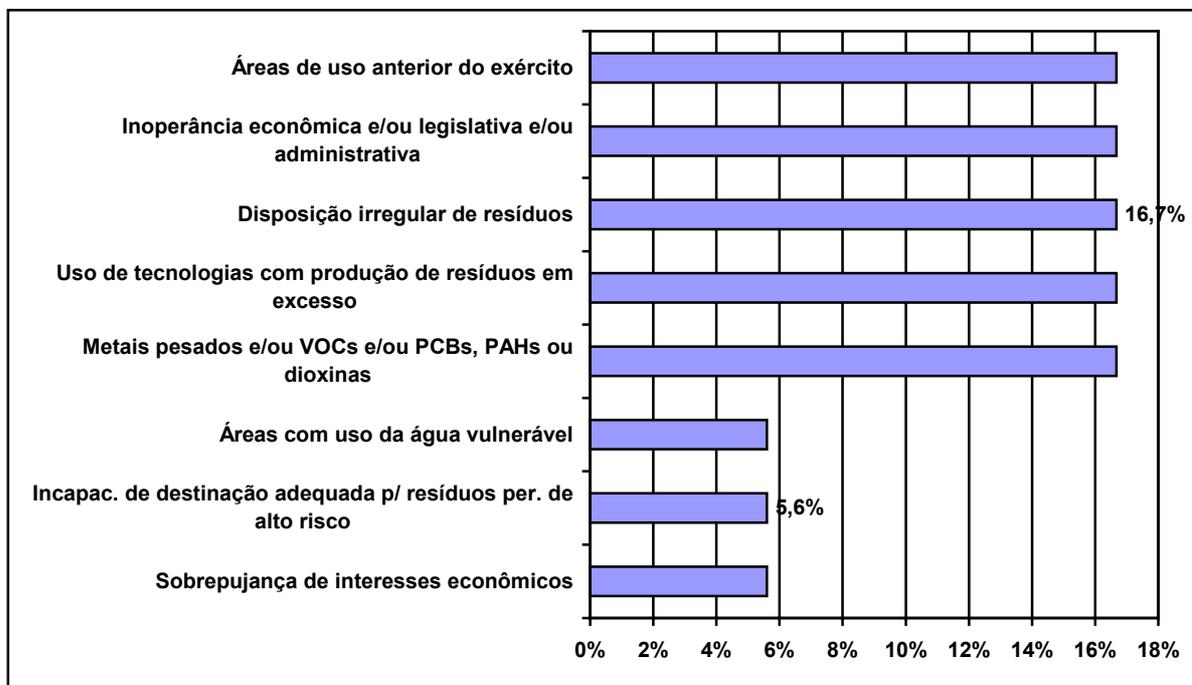
O uso de tecnologias com produção de resíduos em excesso é uma preocupação para a Espanha, Holanda e o Reino Unido. A Espanha (Ferguson, 1999), através da Lei de Resíduos de 1998, criou sanções contra donos e gerentes de resíduos para torná-los capazes de limitar a produção fabril, se ficar provado que estão sendo produzidos resíduos excessivos quando estes podiam ser evitados ou reduzidos pela aplicação de tecnologia limpa. A produção de resíduos em excesso ocasionando um grande número de sítios contaminados (estimativa de 110.000 sítios seriamente contaminados) dentro de um território de superfície reduzida (41.532 km²), é a ameaça que atormenta a Holanda (U.S. EPA, 1999g). No Reino Unido (Martin *et al.*, 1997) há uma pressão sobre o solo causada pela intensificação da agricultura nos últimos cem anos e enorme quantidade de resíduos espalhados ou enterrados no solo.

Os EUA (Martin *et al.*, 1997) tem que lidar com metais pesados e compostos orgânicos voláteis (VOCs), a Noruega com metais pesados, PCBs, PAHs ou dioxinas em ambientes marinhos, e a Suécia com contaminantes metálicos devido à sua estrutura industrial: minas com drenagem ácida, trabalhos com ferro e aço (U.S. EPA, 1998f; 1999g). A Dinamarca é particularmente preocupada com a proteção das águas subterrâneas e contaminação em sítios residenciais, o que fez com que os municípios designassem áreas de interesse especial para suprimento de água futuro, cobrindo 35% do País (Ferguson, 1999).

A Grécia tem dificuldade na destinação adequada de resíduos perigosos de alto risco tais como PCBs, resíduos de cianeto e pesticidas, às vezes tendo de ser exportados para disposição especializada (Ferguson, 1999). Na Suíça, a sobrepujança de interesses econômicos determina que a remediação seja provocada mais pelo desenvolvimento, planos de construção ou a presença de fontes adequadas de dinheiro, e menos pelo perigo atual ou futuro que possa representar para o meio ambiente e a saúde humana. Considerando os custos altos, a remediação necessária de grandes ACs são postergadas para as futuras gerações procederem (U.S. EPA, 1999g).

Observando-se a representação gráfica (**Figura 12**), encontramos uma bi-uniformidade percentual com a predominância de cinco itens (16,7%) contra três itens (5,6%), estes últimos significando ameaça em apenas um país cada um (Dinamarca, Grécia e Suíça), o que revela uma certa particularidade para estes países (**Quadro a-5**).

Figura 12 - Principal Ameaça de Contaminação Ambiental Enfrentada pelos Países

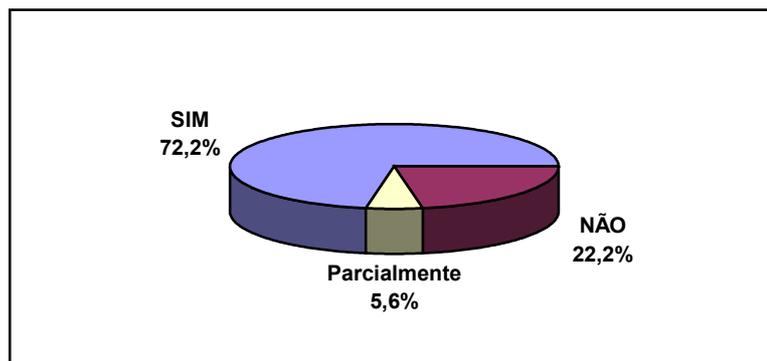


Responsabilidade das Autoridades pelo Registro de Áreas Potencialmente Contaminadas ou Áreas Suspeitas de Contaminação

O registro de APCs ou ASCs tem sido adotado pela maioria dos países pesquisados como uma forma de viabilizar a gerenciamento dos sítios contaminados (**Quadro a-6; Figura 13**). É uma contabilidade necessária ao organograma do gerenciamento desses sítios e permite o cadastramento em bases de dados, muitas vezes com acesso a pessoas interessadas, principalmente possíveis compradores de terras. No Brasil, a nível federal, as autoridades que seriam responsáveis não têm esta atribuição.

O Reino Unido (Martin *et al.*, 1997), apesar de ter legislação específica para sítios contaminados, não dispõe de um registro destas áreas. A República Tcheca (U.S. EPA, 1999g) tem registros de diferentes fontes, não existindo um registro completo e comum de todos os sítios contaminados recentes e antigos, dificultando uma contabilização geral.

Figura 13 - Responsabilidade das Autoridades pelo Registro de Áreas Potencialmente Contaminadas ou Áreas Suspeitas de Contaminação

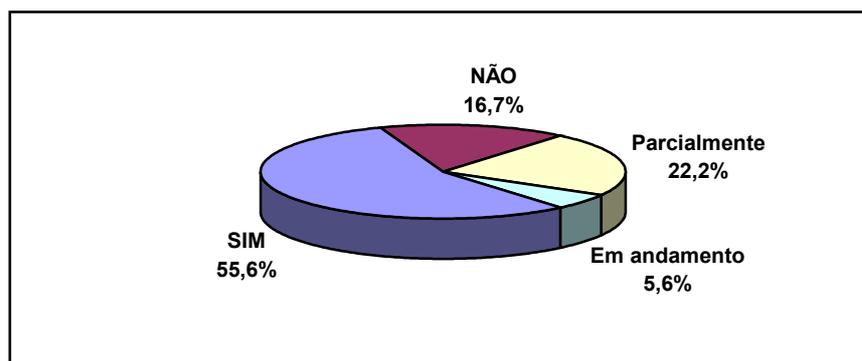


Registro de Áreas Potencialmente Contaminadas ou Áreas Suspeitas de Contaminação em Cada Um dos Estados ou Municípios

No Brasil, apenas o Estado de S. Paulo iniciou o cadastro de APCs referente à RMSP, que integra um Banco de Dados informatizado, ainda não disponível ao público (CETESB, 1998). No caso da Bélgica, de três regiões, duas têm registro de solos contaminados, que servem como uma base de dados para decisões políticas e como um instrumento para proteger e informar compradores potenciais de sítios poluídos, é aberto ao público e é possível a requisição de um certificado do solo, incluindo um extrato do registro (Ferguson, 1999).

O registro de APCs e ASCs é o primeiro passo efetivo no processo de gestão de ACs (**Quadro a-7; Figura 14**), para após seguir a avaliação e priorização dos sítios de acordo com seu nível de risco à saúde humana e ao meio ambiente. O cadastro a nível estadual ou municipal deve preferivelmente preceder o cadastro ou registro a nível federal, que abrange todas as informações de APCs e ASCs de todos os estados ou municípios.

Figura 14 - Registro de Áreas Potencialmente Contaminadas e Áreas Suspeitas de Contaminação em Cada Um dos Estados ou Municípios

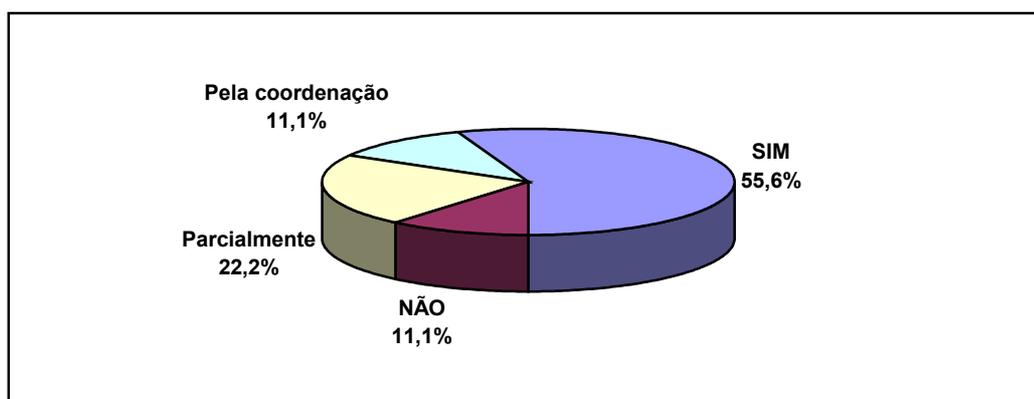


Responsabilidade das Autoridades pela Investigação de Áreas Potencialmente Contaminadas

No Brasil, o Órgão Ambiental Estadual é responsável pela investigação de APCs desde que haja uma denúncia ou suspeita de contaminação, mesmo muitas vezes não dando prosseguimento a uma seqüência de ações. Este procedimento é definido como "parcialmente" porque não existe em todos os estados uma determinação sistemática para a investigação dessas áreas. Só é conhecido o trabalho desenvolvido pela CETESB/GTZ.

Na Holanda, existe uma articulação entre o Governo e o Setor Privado como o Comitê de Indústria e o setor de varejo petroquímico, para a realização de investigação em larga escala e operações de remediação (Martin *et al.*, 1997). Na Bélgica (U.S. EPA, 1999g), além das investigações pelas autoridades competentes, o sistema de "certificado do solo" que é requerido na transferência de propriedade propiciou o aumento do número de investigações voluntárias, para evitar ser listado no registro de sítios contaminados (**Quadro a-8; Figura 15**).

Figura 15 - Responsabilidade das Autoridades pela Investigação de Áreas Potencialmente Contaminadas



Responsabilidade das Autoridades pela Avaliação de Risco das Áreas Suspeitas de Contaminação

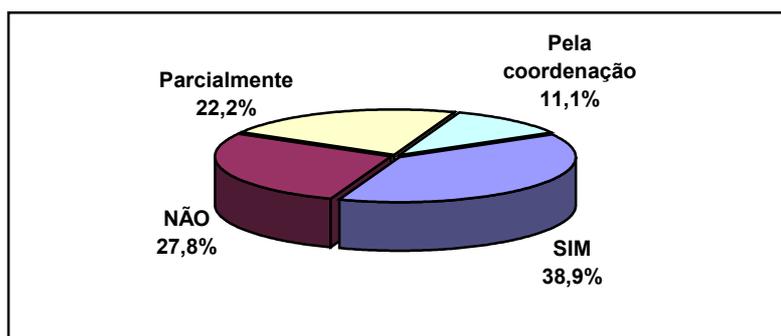
No Brasil, o processo de avaliação de risco de ASCs está nos seus primórdios através de algumas pesquisas individuais, um pouco distante do controle das autoridades. Em alguns países como a Hungria e a Suíça, as autoridades só assumem a avaliação de risco nos casos em que o Governo tiver que responder pela remediação do sítio.

As autoridades da Áustria e da Holanda são responsáveis pela coordenação das avaliações de risco (**Quadro a-9; Figura 16**). Na Holanda, o Ministério da Habitação,

Planejamento e Meio Ambiente é responsável pela definição dos objetivos de qualidade do solo e procedimentos para a estimativa dos riscos específicos do sítio, e o Instituto Nacional de Saúde Pública e Proteção Ambiental provém a base científica para os objetivos da qualidade do solo e os procedimentos para a avaliação de risco. Na Alemanha, as autoridades estaduais competentes são responsáveis pela avaliação de risco de todas as ASCs abandonadas, podendo reaver os custos das pessoas responsáveis (Ferguson, 1999).

Freqüentemente a avaliação de risco é baseada na determinação das concentrações de contaminantes e comparando-os com critérios de qualidade para o solo, água subterrânea ou ar. Se a concentração de um contaminante específico é descoberta de exceder o critério relevante, o sítio é considerado de apresentar um determinado risco para os seres humanos e/ou o meio ambiente, o que resultará ou em uma investigação de campo para melhorar a estimativa de risco inicial ou em uma ação de remediação.

Figura 16 - Responsabilidade das Autoridades pela Avaliação de Risco das Áreas Suspeitas de Contaminação



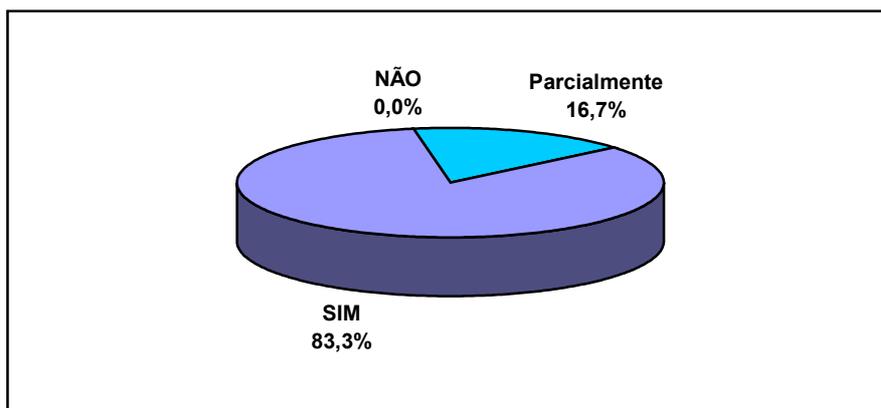
Definição da Legislação quanto à Responsabilidade pela Remediação do Sítio

Todos os países, em sua legislação, fazem referência à responsabilidade pela remediação de sítios ou ACs por resíduos perigosos (**Quadro a-10; Figura 17**), sendo que três países apenas parcialmente ou indiretamente, como é o caso do Brasil. Pode ser observado na Lei n.º 6.938/81 que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente (Art. 14. IV, § 1º) e na Lei n.º 9.605/98 - Lei de Crimes Ambientais (Capítulo V, Seção III, Arts. 54 e 56), ambas atribuem responsabilidade ao poluidor.

O poluidor pagador é a regra geral, mas se ele não puder ser descoberto a obrigação passa para o dono ou ocupante atual do sítio. As variações entre os países ficam por conta da definição da extinção do prazo em que são cobradas as responsabilidades, obrigações distintas para poluição histórica e poluição nova, e formas de lidar com os sítios

órfãos. Em alguns países como na Bélgica, Suécia e Suíça o dono ou operador do sítio não é obrigado a conduzir a limpeza se puder provar que não causou a poluição e que quando adquiriu a propriedade não estava ciente da contaminação e/ou não levantará ganhos da remediação (Ferguson, 1999). Na Suíça, Canadá e em outros países, sítios em que o poluidor não é mais identificável ou é incapaz de pagar e os custos não puderem ser passados para o proprietário, a responsabilidade cairá para as taxas públicas ou programas nacionais de remediação (CCME, 1993; Martin *et al.*, 1997).

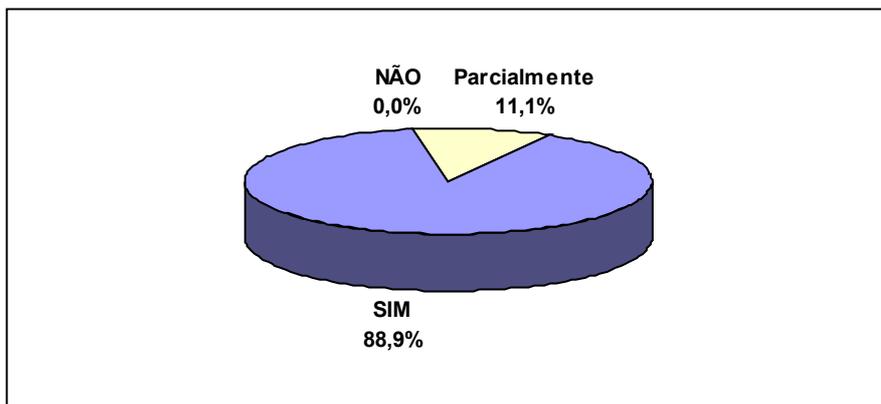
Figura 17 - Definição da Legislação quanto à Responsabilidade pela Remediação do Sítio



Responsabilidade das Autoridades quanto à Supervisão das Medidas de Controle

Existe uma preocupação das autoridades de todos os países quanto à supervisão das medidas de controle (**Quadro a-11; Figura 18**). Quando elas são levadas a efeito, as autoridades ambientais no Brasil têm a responsabilidade da supervisão, mas nem sempre são alcançados os resultados previstos inicialmente, por incapacidade técnica ou financeira, como foi o caso das medidas de controle adotadas até agora na Cidade dos Meninos..

Figura 18 - Responsabilidade das Autoridades pela Supervisão das Medidas de Controle



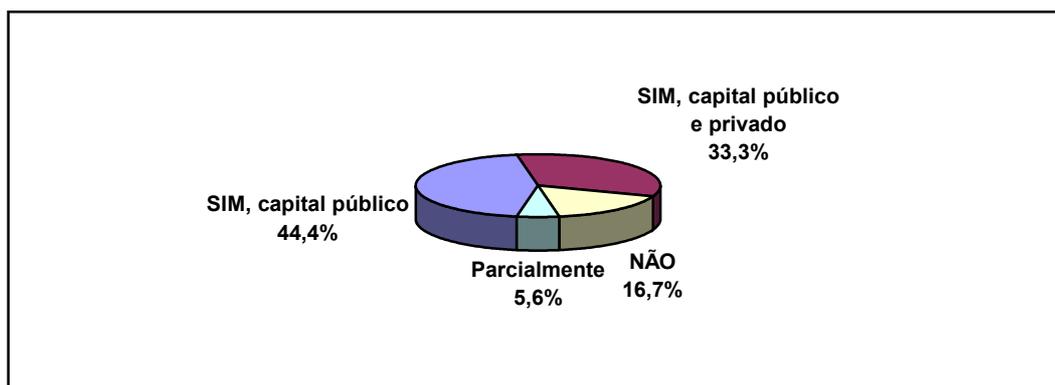
Estrutura Provedora de Fundos para a Remediação de Áreas Contaminadas Abandonadas

Dos países pesquisados, só o Brasil, a Grécia e Portugal não dispõem de nenhuma estrutura provedora de fundos para remediação de ACs. Embora a Noruega não disponha de uma estrutura específica provedora de fundos (Martin *et al.*, 1997), o Governo tem desenvolvido um programa de gestão de sítios contaminados conseguindo atender à demanda financeira.

A estrutura de capital público mais forte é o *Superfund* dos Estados Unidos, estabelecido pela CERCLA em 1980 (U.S. EPA, 1998b), lei que criou uma taxa especial para as indústrias químicas e de petróleo, para a consolidação de um fundo de crédito para a produção da limpeza de substâncias perigosas liberadas no ambiente quando as partes responsáveis pela contaminação não puderem ser localizadas ou forem relutantes ou incapazes de realizar o trabalho, podendo usar ação legal para forçar as partes responsáveis a limpar o sítio ou reembolsar o governo federal pelo custo da limpeza. O Canadá (CCME, 1993) criou o Programa NCSRP em 1989, em que os governos federal, provincial e territorial devem responder pela limpeza de ACs de alto risco nos casos de sítios órfãos.

Alguns países são providos de fundos para remediação provenientes de capital público e privado como a Bélgica, Espanha, França, Holanda, Hungria e Suécia (**Quadro a-12; Figura 19**). Na Espanha, a proporção é de 50% para cada parte a partir de contratos bilaterais que o Ministério do Meio Ambiente do governo central assinou com 17 Comunidades Autônomas para desenvolver o Plano Nacional de Remediação (Ferguson, 1999). Na França, de 1989 a 1994, os fundos para o gerenciamento dos sítios órfãos era uma combinação vinda do Governo com uma associação de firmas industriais, mas vinha se mostrando insuficiente, até a implementação da nova taxa de resíduos industriais perigosos cobrada por tonelada de resíduo tratado na própria instalação (Martin *et al.*, 1997).

Figura 19 - Estrutura Provedora de Fundos para a Remediação de ACs Abandonadas



Incidência de Áreas Potencialmente Contaminadas

A partir do número de APCs de alguns dos países estudados revelado nas fontes de pesquisa selecionadas (**Quadro a-13**), foi feita uma relação com a superfície do País, uma vez que as dimensões são extremamente diferentes e a concentração dentro de uma área limite é importante de ser analisada. Os cálculos numéricos (**Quadro a-21**), permitiram resultados referentes à superfície (km²) por APC (**Figura 20**). Dessa forma, foi possível avaliar a concentração de APCs em cada País e ter um panorama geral da incidência de APCs em alguns dos países selecionados.

Um outro ponto a se considerar, é a concentração destas áreas dentro de cada País selecionado: tanto elas podem estar espalhadas pelo território, como podem estar concentradas nas regiões metropolitanas. A tendência é a concentração nas regiões metropolitanas, como no caso da RMSP, mas o Brasil tem características próprias e alguns extremos. A região Amazônica, por exemplo, mantém grandes extensões de florestas, não se configurando como área densamente povoada por população humana nem industrializada, as ACs encontradas na região são principalmente provenientes de extração mineral.

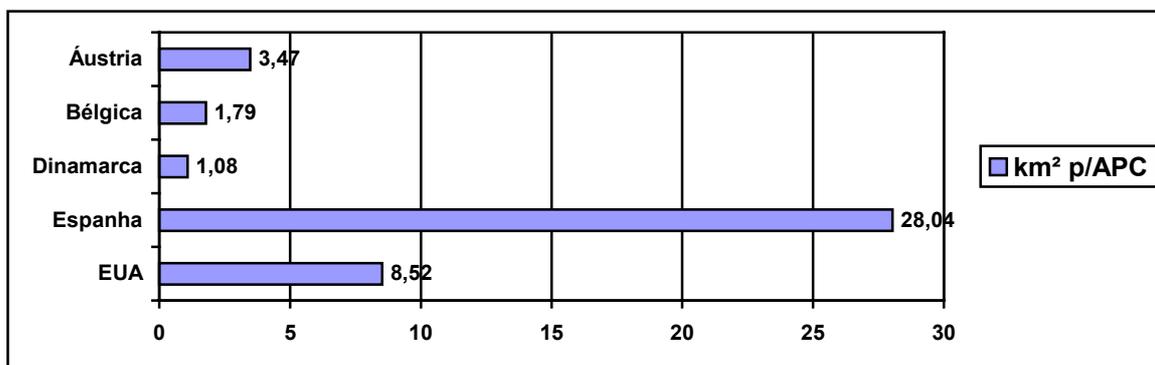
No Brasil, só temos dados de APCs referentes à RMSP, que somam 41.000 segundo o Cadastro de Áreas Contaminadas (CETESB, 1998). Considerando a sua superfície (**Quadro a-20**), temos 0,19 km² p/ APC, o que significa uma grande concentração de APCs. Como não existem dados referentes a outras regiões que também representam importantes centros industriais ou populacionais do País, ou dados referentes ao Brasil como um todo, estes dados não foram comparados com os de outros países, pois requeriria-se que eles representassem pelo menos 2/3 das regiões do País.

A Dinamarca ocupa a posição de menor superfície livre por APC, ou seja, 1,08 km² p/ APC, o que significa que a Dinamarca tem a maior concentração de número de APCs considerando o seu território. Dos cinco países pesquisados, a Espanha ocupa a melhor posição, ou seja, 28,04 km² p/ APC. Apesar dos Estados Unidos possuírem uma extensão territorial 16 vezes maior que a Espanha, aferiram um resultado mais de 3 vezes menor de superfície livre por APC, isto é, 8,52 km² p/ APC, o que significa que os Estados Unidos têm concentração superior a 3 vezes maior que a Espanha de número de APCs considerando o seu território.

Observa-se que existe uma tendência dos países com menor extensão territorial (Áustria, Bélgica e Dinamarca) de aferirem uma maior concentração de APCs, o que pode ser explicado pela maior concentração de áreas urbanizadas e a necessidade desses

países se auto-abastecerem industrialmente. O oposto nem sempre procede, países com maior extensão territorial podem ou não apresentar uma menor concentração de APCs, dependendo do grau de desenvolvimento industrial, nível de concentração e planejamento de áreas urbanizadas, interesses econômicos e políticas de prevenção visando o desenvolvimento sustentável.

Figura 20 - Superfície do País por Área Potencialmente Contaminada



Incidência de Áreas Suspeitas de Contaminação

A partir do número de ASCs de alguns dos países estudados revelado nas fontes de pesquisa selecionadas (**Quadro a-14**), foi feita uma relação com a superfície do País, uma vez que as dimensões são extremamente diferentes e a concentração dentro de uma área limite é importante de ser analisada. Os cálculos numéricos (**Quadro a-22**), permitiram resultados referentes à superfície (km²) por ASC (**Figura 24**). Assim, foi possível avaliar a concentração de ASCs em cada País e ter um panorama geral da incidência de ASCs em alguns dos países selecionados.

A Suíça é o país com menor superfície livre por ASC, 0,83 km² p/ ASC, o que significa que a Suíça tem a maior concentração de número de ASCs considerando o seu território. Mas se considerarmos que a Suíça tem a menor superfície (41.290 km²) e é 13 vezes menor que a França (547.030 km²), dona da maior superfície entre os países do grupo, e considerando que a França tem a superfície livre por ASC apenas 2,2 vezes maior, ou seja, 1,83 km² p/ ASC, significando que a França tem uma concentração 2,2 vezes menor que a Suíça de número de ASCs. Considerando todas estas grandezas, a França fica em situação de desvantagem.

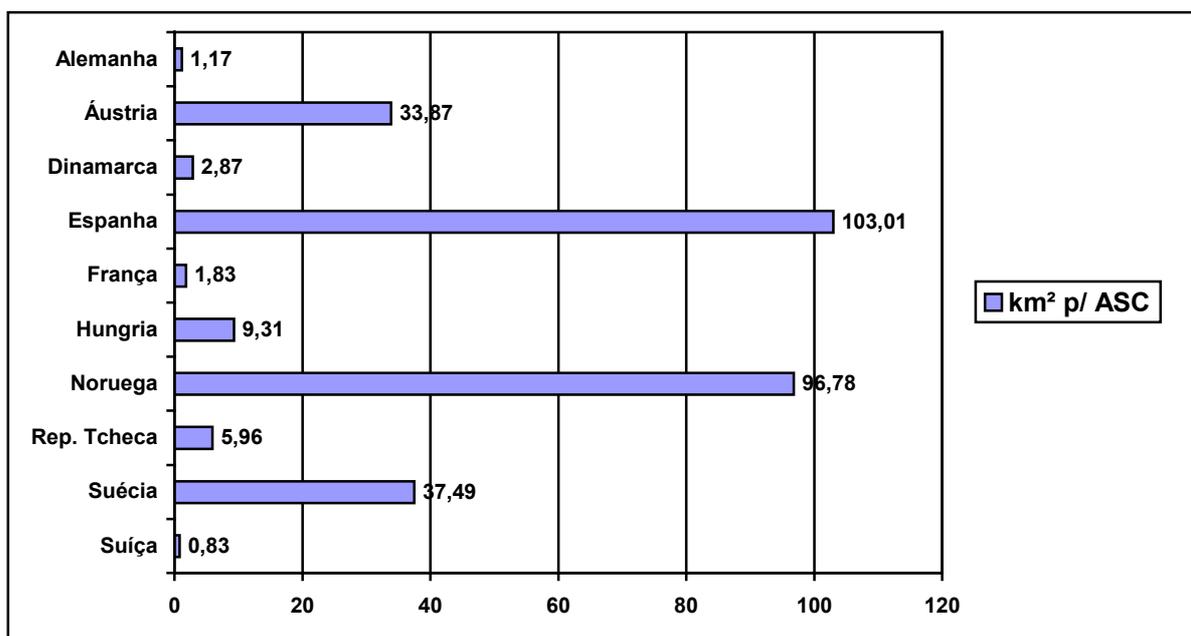
Além da França, um outro país que demonstrou uma suspeita de contaminação alta foi a Alemanha, pois é um dos países com maior extensão (356.910 km²)

e apresentou a 2ª menor superfície livre por ASC, 1,17 km² p/ ASC, o que significa que a Alemanha tem a 2ª maior concentração de número de ASCs considerando o seu território.

Em contrapartida, a Espanha e a Noruega foram os países que demonstraram suspeitas de contaminação mais baixas. A Espanha (504.750 km²), que tem superfície territorial próxima à da França, aferiu uma superfície livre por ASC 56 vezes maior, ou seja, 103,01 km² p/ ASC, o que significa que a Espanha tem concentração 56 vezes menor que a França de número de ASCs considerando o seu território. A Noruega (324.220 km²), que tem superfície territorial próxima à da Alemanha, revelou uma superfície livre por ASC 82,7 vezes maior, isto é, 96,78 km² p/ ASC, o que significa que a Noruega tem concentração 82,7 vezes menor que a França de número de ASCs considerando o seu território.

Não foram encontrados dados referentes ao n.º de ASCs no Brasil. Quanto à predominância da concentração de ASCs nos países pesquisados, observa-se que a causa principal não está diretamente relacionada a uma menor extensão territorial, mas principalmente ao nível de desenvolvimento econômico e industrial desses países.

Figura 21 - Superfície do País por Área Suspeita de Contaminação



Incidência de Áreas Contaminadas

A partir do número de ACs de alguns dos países estudados revelado nas fontes de pesquisa selecionadas (**Quadro a-15**), foi feita uma relação com a superfície do País, uma vez que as dimensões são extremamente diferentes e a concentração dentro de uma área limite é importante de ser analisada. Os cálculos numéricos (**Quadro a-23**)

permitiram resultados referentes à superfície (km²) por AC (**Figura 22**). Assim, foi possível avaliar a concentração de ACs em cada País.

Evidentemente as ACs abrangem quantidades (ton) de solo contaminado, qualidade, concentrações e quantidades de substâncias contaminantes, e históricos de rota de exposição, completamente diferentes, o que se fosse acrescentado cada um destes itens, o resultado provavelmente seria outro. Ainda assim não invalida os resultados obtidos, apenas deve ser frisado que são dados reunidos com o objetivo de se ter um panorama geral da incidência de ACs em alguns dos países selecionados.

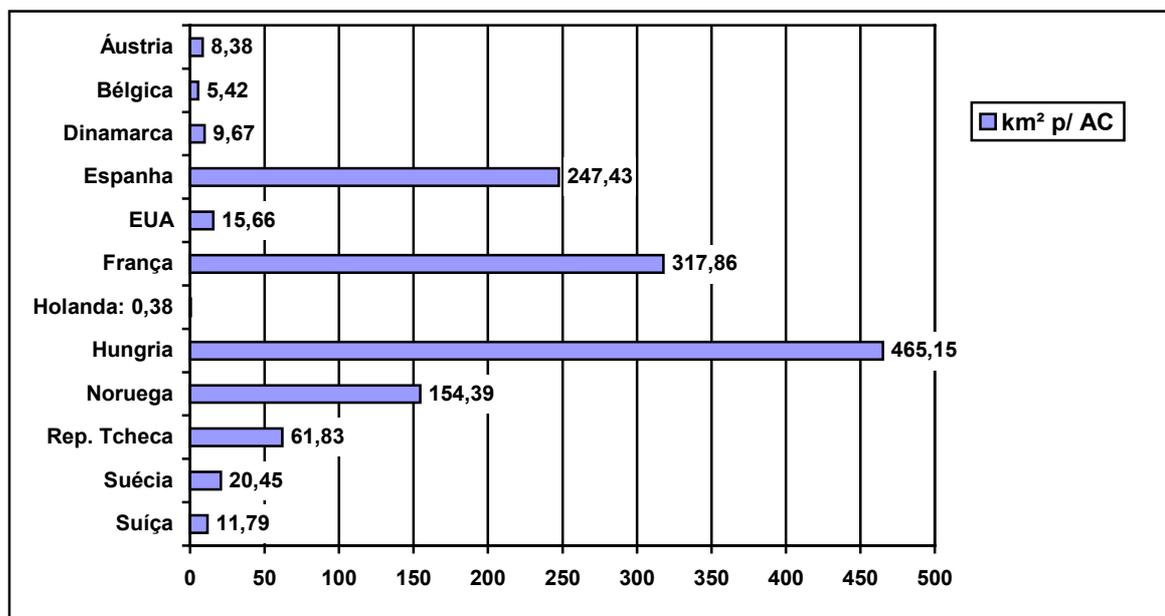
A Holanda é o país com menor superfície livre por AC, 0,38 km² p/ AC, o que significa que a Holanda tem a maior concentração de número de ACs considerando o seu território. Afirmar que a Holanda tem o maior índice de ACs, pode ser verdadeiro se compararmos a Holanda (41.532 km²) com os outros países com superfície inferior a 100.000 km²: Áustria, Bélgica, Dinamarca, Hungria, República Tcheca e Suíça. Entretanto, ao compararmos com os Estados Unidos, cuja superfície (8.093.678km², excluído o Alasca e o Havaí) é 195 vezes maior que a da Holanda, a dedução pode ser um pouco diferente. Os Estados Unidos apresentaram uma superfície livre por AC 41 vezes maior que a Holanda, ou seja, 15,66 km² p/ AC, significando que os Estados Unidos tem 41 vezes menor concentração de número de ACs considerando o seu território. Embora não tenha sido estabelecido um limite de proporção entre as duas grandezas, elas praticamente se equivaleriam.

Dos países abordados, a Hungria é disparadamente o país com menor índice de ACs. Apesar de uma superfície territorial pequena (93.030 km²), ela apresentou a maior superfície livre por AC, 465,15 km² p/ AC, o que significa a menor concentração de número de ACs considerando o seu território.

A França foi outro país que se destacou, com o segundo menor índice de ACs. Parece estranho, se observarmos que a França estava entre os países com maior índice de ASCs. Isto pode ser explicado pelo fato de, apesar da França ter sido um dos primeiros países a conduzir um inventário de sítios contaminados em 1978, atenção limitada foi dada aos problemas concernentes a ACs pelas autoridades até o início dos anos noventa. Provavelmente há uma lentidão quanto à investigação e avaliação das ASCs, ou muitas destas áreas não conferem um grau de contaminação que atribui um risco significativo para a saúde humana e o meio ambiente.

Não foram encontrados dados referentes ao n.º de ACs no Brasil. Quanto à predominância da concentração de ACs nos países pesquisados, além das causas apontadas para a concentração de APCs e ASCs, acrescenta-se a negligência como um fator agravante, além de que para o registro de ACs requer-se análises e avaliação de risco, procedimentos que podem mostrar-se lentos ou insuficientes em alguns países.

Figura 22 - Superfície do País por Área Contaminada



Tipo de Área Potencialmente Contaminada, Área Suspeita de Contaminação ou Área Contaminada Predominante

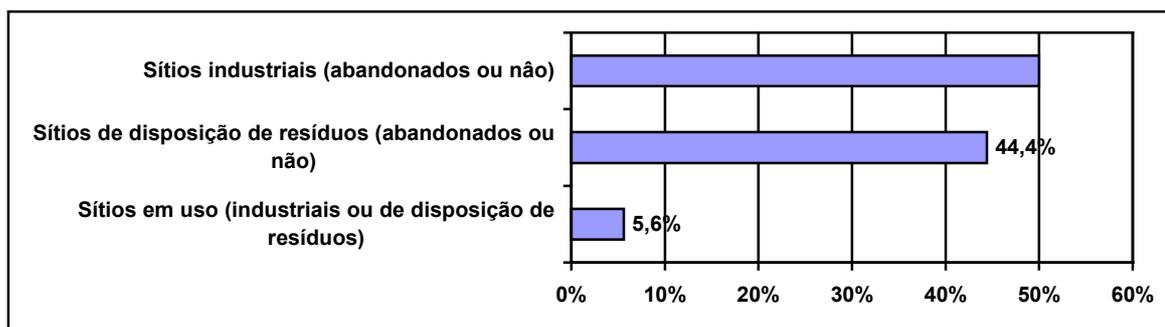
Entre os países pesquisados, em 50% predominaram os sítios industriais, abandonados ou não (**Quadro a-16; Figura 23**). Na Alemanha, das ASCs, a predominância é de sítios industriais abandonados (65%); nos Estados Unidos e na França a predominância é de tanques de armazenamento subterrâneos (USTs), sendo que nos Estados Unidos em fevereiro de 1999 foram informadas 385.000 liberações confirmadas, 327.000 ações de limpeza iniciadas e 211.000 ações de limpeza completadas (U.S. EPA, 1999g).

Em 44,4% predominaram os sítios de disposição de resíduos, abandonados ou não. Na Áustria, das ASCs, 93% são de aterros (U.S. EPA, 1999g). O Brasil está inserido neste grupo, principalmente através de lixões e disposições ilegais, mas o número de casos de sítios industriais desativados, embora menor, superam muito em gravidade e extensão. Também neste grupo estão Bélgica, Dinamarca, Grécia, Noruega, Portugal e República Tcheca, todos com casos de sítios de aterros contendo resíduos químicos (às vezes junto ao

resíduos municipais), alguns antigos e outros com disposições ilegais (U.S. EPA, 1998; Ferguson, 1999).

A Holanda é o único país em que entre as ACs, predominam os sítios que estão ainda em uso, independente se industriais ou de disposição de resíduos (Martin *et al.*, 1997).

Figura 23 - Tipo de Área Potencialmente Contaminada, Área Suspeita de Contaminação ou Área Contaminada Predominante



Percentual de Áreas Contaminadas que estão em Processo de Remediação ou que já foram Restauradas e Número de Áreas Contaminadas à Espera de Remediação

A partir do número de ACs de alguns dos países estudados revelado nas fontes de pesquisa selecionadas (**Quadro a-15**), e do número de ARs (**Quadro a-17**), foi possível calcular o percentual de ARs para cada País (**Figura 24**). Os cálculos numéricos estão discriminados no **Quadro a-24**.

O Brasil não pôde ser incluído porque não foram encontrados esses dados. Dos países avaliados, os Estados Unidos apresentaram com ampla vantagem, o mais alto percentual de ARs, 58,03%, o que vem confirmar a forte estrutura formada pelo *Superfund*. A Áustria e a Bélgica foram os países com o mais baixo percentual de ARs, 0,97% e 1,53% respectivamente.

Deve-se considerar que assim como os Estados Unidos tem o mais alto percentual de ARs, reúne em disparada o maior número de ACs na fila à espera de remediação, como exibido na **Figura 28**, o que faz com que perca a vantagem diante dos outros países. A Áustria e a Bélgica mantém a posição de desvantagem, porque além de serem os países com o mais baixo percentual de ARs, excluindo os Estados Unidos, são os dois países com maior número de ACs à espera de remediação.

Figura 24 - Percentual de Áreas Contaminadas que Estão em Processo de Remediação ou que já Foram Restauradas

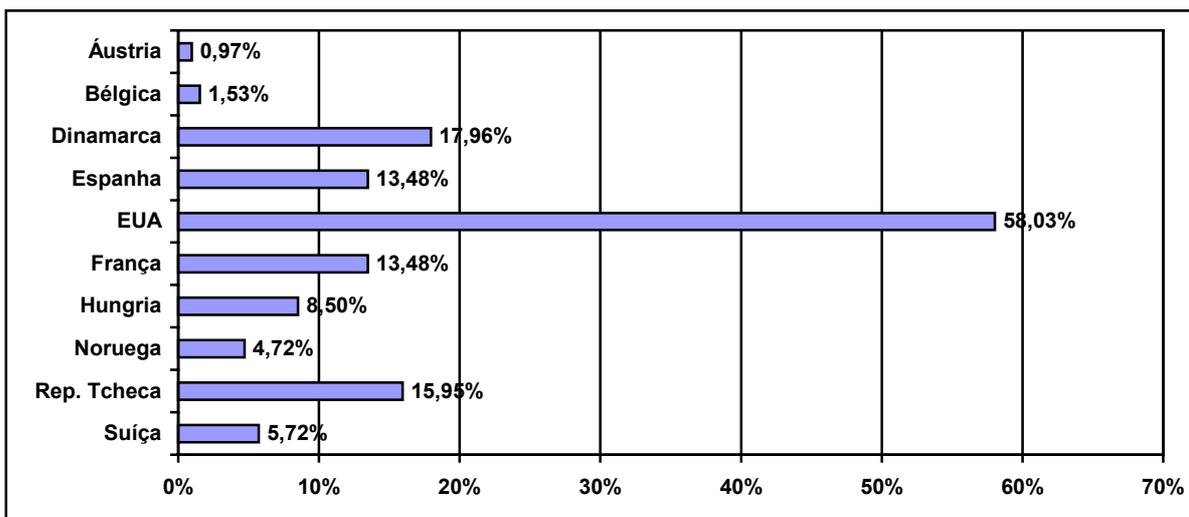
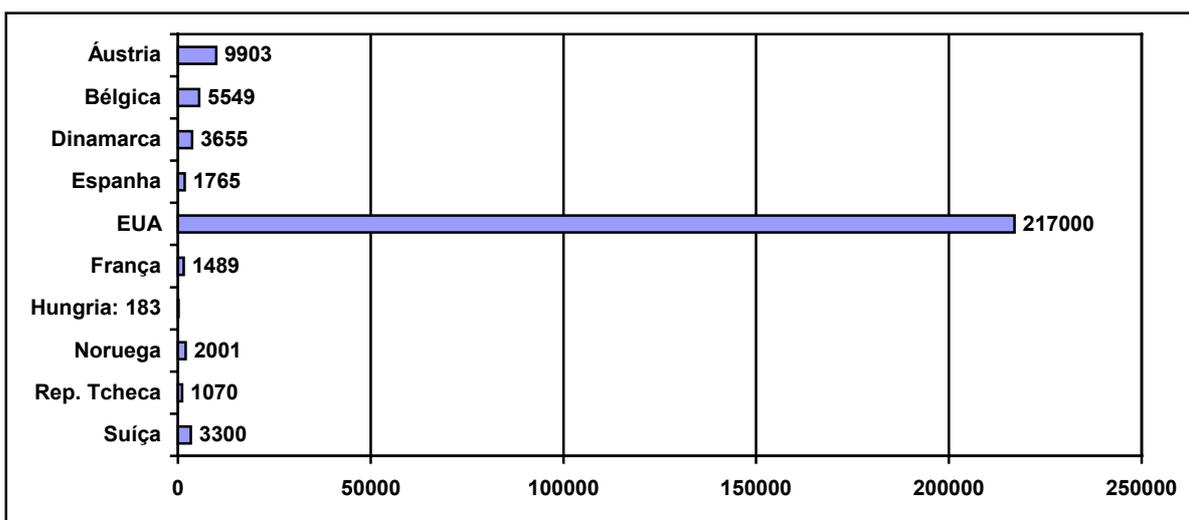


Figura 25 - Número de Áreas Contaminadas à Espera de Remediação



Comparando o percentual de ARs (**Figura 24**) e o número de ACs à espera de remediação (**Figura 25**) dos países pesquisados, concluímos que a França, a Hungria e a República Tcheca são os países que apresentam uma melhor relação entre as áreas em remediação ou já remediadas, e as ACs por remediar, ou seja, um relativamente alto percentual de ARs e um número pequeno de áreas à espera de remediação. E se ainda consideramos a superfície livre do país por AC (**Figura 22**), primeiramente a Hungria e depois a França ficariam em vantagem diante da República Tcheca.

A velocidade com que são tomadas providências e remediadas as ACs não necessariamente implica em um resultado satisfatório. Algumas vezes a área pode ter sido

apenas parcialmente remediada ou o resultado ficado aquém do esperado. Como as ações envolvem grandes somas de dinheiro, pode haver uma busca por soluções mais econômicas mas nem sempre efetivas. Um outro problema que às vezes nem o dinheiro consegue resolver satisfatoriamente, refere-se a casos extremamente graves de contaminação, como o antigo caso do Love Canal, que mesmo tendo sido definitivamente liberado pela U.S. EPA (1999c; 1999e), através do programa de *Superfund*, em setembro de 1999, após 21 anos de trabalho de limpeza, ainda existe uma controvérsia e pessoas (Gibbs, 1999) que defendem a posição de que "habitável" não pode ser confundido com "seguro".

Método ou Tecnologia de Remediação Mais Usado

A prática mostra que os sítios contaminados freqüentemente não podem ser remediados por uma única tecnologia, mas por uma integração de processos, que é o uso combinado de dois ou mais métodos de tratamento. Problemas de contaminação complexa requerem a combinação de diferentes tecnologias tanto para materiais e ACs diferentes em um sítio como para um material específico que leva contaminação complexa.

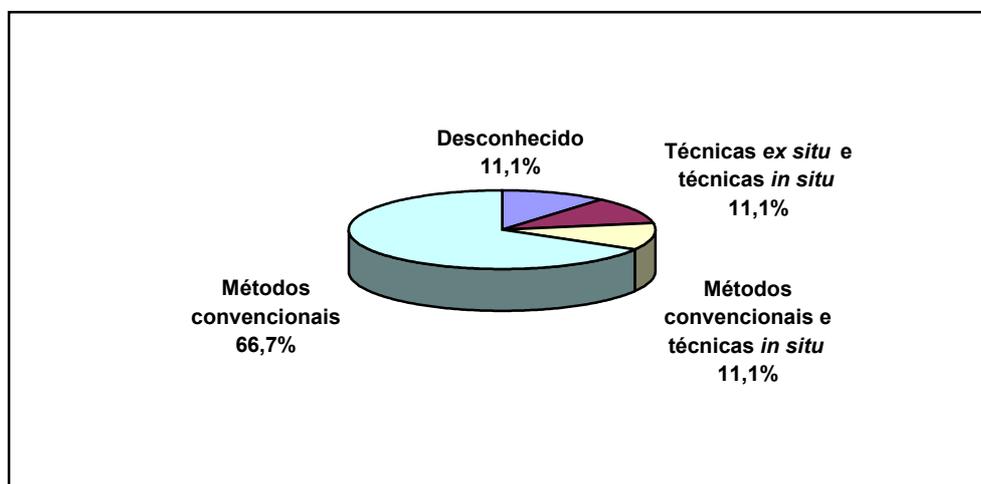
Na maioria dos países os métodos convencionais em suas variações, são os mais utilizados na remediação de sítios contaminados (**Quadro a-18; Figura 26**), principalmente devido aos custos serem mais baixos. O Brasil está inserido neste grupo. Na Alemanha, os métodos convencionais são usados em cerca de 50% de todas as remediações. Em alguns países, como no Reino Unido, embora predomine a utilização de métodos convencionais, tem aumentado a incidência de técnicas *ex situ* e *in situ*, o que poderá contribuir para modificar em breve este panorama (U.S. EPA, 1999g; Begley *et al.*, 1996).

Métodos convencionais e técnicas *in situ*, são os mais utilizados nos Estados Unidos e na Holanda, que também foram os países que apresentaram maior incidência de ACs. Técnicas *in situ* são bem aceitas porque se considera que oferecem um potencial de maior custo-efetivo. Nos Estados Unidos, em 1996, as tecnologias *in situ* representaram 66% das tecnologias de controle na origem no programa de *Superfund*, porque não tendo escavação, estas tecnologias colocam risco reduzido à exposição e podem resultar em economia de custos em se tratando de grandes sítios. As tecnologias de tratamento selecionadas mais freqüentemente para o controle na origem, nos Estados Unidos, têm sido: extração de vapor do solo, solidificação/estabilização e incineração. No que se refere às águas de sub-solo, as quais se encontram contaminadas em 70% dos sítios de *Superfund*, 89% das remediações selecionadas foram tecnologias convencionais de bombeamento e tratamento (U.S. EPA, 1999g).

Em quase todos os países abordados, existe um interesse no desenvolvimento e pesquisa de tecnologias de remediação. Na Holanda (Bardos, 1998), é importante destacar um programa de pesquisa de biorremediação *in situ*, *Nederlands Onderzoeksprogramma Biotechnologische In-situ Sanering* - NOBIS, de cooperação pública-privada, fundado em 1994, com o objetivo de reduzir os custos de remediação do solo através da aplicação de técnicas *in situ* biotecnológicas em larga escala.

Na Noruega, as tecnologias de bioremediação *in situ* e *ex situ / on site*, são principalmente conduzidas através de consultorias. As companhias têm se concentrado em solidificação/estabilização, lavagem do solo, *land farming* e incineração parcial (U.S. EPA, 1999).

Figura 26 - Método ou Tecnologia de Remediação Mais Usado



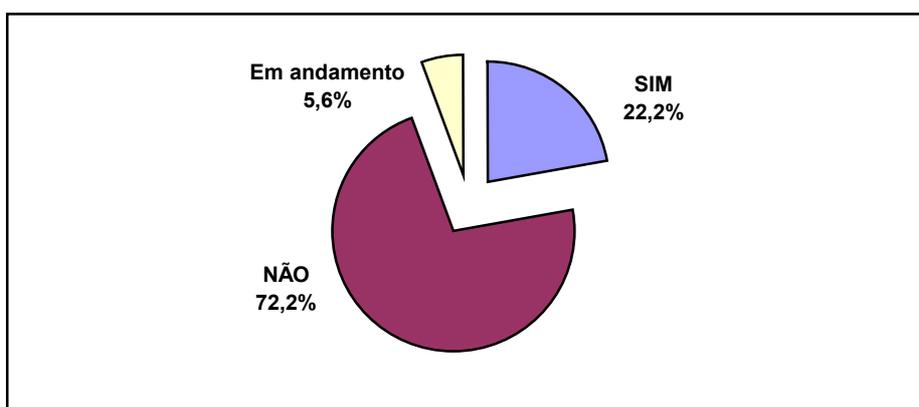
Programa de Redesenvolvimento de *Brownfields*

Programa de redesenvolvimento de *brownfields* existe em apenas quatro países: Bélgica, Estados Unidos, França e Reino Unido (**Quadro a-19; Figura 27**). Na Bélgica, na região de Wallonia, tem sido desenvolvido desde 1978 um sistema de registro para sítios de *brownfields* visando o seu redesenvolvimento (U.S. EPA, 1998f). Nos EUA, as iniciativas de *brownfields* tornaram-se proeminentes tanto a nível federal quanto a nível estadual, tendo a U.S. EPA (1997e) fundado inicialmente 250 Estudos Pilotos de Avaliação de *Brownfields* e 16 projetos *Showcase Communities* (U.S. EPA, 1998a). Uma vez que os *brownfields* geralmente não constam na Lista Nacional de Prioridades da U.S. EPA e ao mesmo tempo carregam um estigma de decadência para as comunidades (NJOSP, 1999), além de constituírem cerca de 5 a 10% das terras urbanas dos Estados Unidos (Greenberg *et al.*, 2000), o Programa de Redesenvolvimento de *Brownfields*, paralelamente ao Programa

do *Superfund*, ocupa um espaço importante na gestão de sítios contaminados por resíduos perigosos nos Estados Unidos.

O Brasil faz parte do grupo que não tem nenhum programa de *brownfields*, e provavelmente é uma terminologia e um significado desconhecidos pela maior parte da população, inclusive pessoas que atuam na área de saneamento ambiental.

Figura 27 - Programa de Redesenvolvimento de *Brownfields*



4.2. Manual de Avaliação de Saúde Ambiental para Sítios Contaminados por Resíduos Perigosos

O manual de avaliação de saúde ambiental que é proposto neste estudo, procura preencher uma lacuna existente nos procedimentos relacionados a sítios contaminados por resíduos perigosos no Brasil. Com base no manual da ATSDR, trata-se de uma metodologia que confere especial importância à saúde humana e ambiental, e às preocupações das pessoas por sua saúde. Dessa forma, vai além das rotineiras amostragens no campo da engenharia, geologia e toxicologia, quando o cientista tem que dialogar com o homem comum que está sendo ameaçado por uma situação de risco e investigar registros anteriores relacionados à saúde da população de influência.

Procurando atender a realidade brasileira, foram adicionados itens da metodologia de avaliação de riscos para a saúde em sítios contaminados da OPS direcionada a países da América Latina, considerando que esses países vêm sofrendo sem nenhum preparo o desenvolvimento de suas indústrias, o manejo de agroquímicos nas atividades agrícolas e o crescimento urbano desordenado, incrementando a produção de resíduos perigosos que não são dispostos adequadamente; e na aplicação da metodologia nós temos

que lidar com fatores tais como falta de recursos humanos, escassez de laboratórios com programas de controle da qualidade e insuficiência de informação técnica sobre os sítios a serem investigados.

A forma básica da metodologia da ATSDR (1992a; 1992b), que é muito bem estruturada, é mantida através dos seis passos do seu processo: (1) Avaliação da informação do sítio; (2) Pesquisa sobre as preocupações da comunidade com sua saúde; (3) Contaminantes de interesse; (4) Análise das rotas de exposição; (5) Implicações para a saúde pública.; (6) Conclusões e recomendações.

A contribuição da metodologia da OPS (Díaz-Barriga, 1998) é quanto aos biomarcadores nutricionais e a avaliação microbiológica total, reconhecendo o fato de que na América Latina existem necessidades sociais como problemas de alimentação, saneamento, educação, emprego, etc., que influenciam no resultado dos efeitos na saúde da população afetada e a contaminação de origem biológica pode ser tão importante quanto a de origem química.

Um fator que contribui para a disseminação de tóxicos químicos no Brasil e na América Latina é, devido a ausência de investigação e contabilização de áreas contaminadas, o desconhecimento total da localização de muitos sítios contaminados por resíduos perigosos, como o exemplo do Rio de Janeiro em que às vezes se é surpreendido por denúncias de disposições clandestinas.

Embora o manual proposto não possa solucionar todas essas questões que caberia à formação de um sistema de gestão de ACs, é viável a sua aplicação nos sítios contaminados que ora são conhecidos para esclarecer os pontos obscuros, determinar e divulgar o nível de perigo que estes sítios colocam à saúde pública e ao meio ambiente, e para que providências sejam tomadas pelas autoridades competentes no sentido de parar e mitigar os efeitos danosos.

CAPÍTULO 5

CONCLUSÃO

Na pesquisa realizada foi possível identificar aspectos da gestão de sítios contaminados por resíduos perigosos em diversos países, tanto países centrais como semiperiféricos e periféricos. A metodologia foi aplicada aos países que tinham dados reais resultantes de alguma gestão interna destas áreas.

A gestão de sítios contaminados por resíduos perigosos no Brasil é muito incipiente. A partir do estudo realizado, foi possível observar seus pontos fracos em relação aos aspectos da gestão de outros países. Inexiste uma legislação geral diretamente relacionada a áreas contaminadas no Brasil, contra a maioria (77,8%) dos países estudados que têm legislação pertinente. Legislação específica para o solo, uma parcela menor desenvolveu uma própria (44,4%). Quanto aos valores de intervenção para o solo, o Brasil também não criou seus padrões de limites específicos, contra 66,7% de países que já desenvolveram.

Em termos de bens a proteger, o Brasil ficou com a maioria (50%), que priorizam a saúde da população e a qualidade ambiental, embora estejamos ainda carentes de saneamento básico, um problema que não é comum aos países pesquisados, provavelmente apenas a Grécia estaria numa posição próxima a do Brasil. A disposição irregular de resíduos é a principal ameaça de contaminação ambiental para o Brasil, enquanto os outros países têm preocupações variadas, principalmente em consequência dos bens a proteger.

Quanto ao registro de áreas potencialmente contaminadas ou áreas suspeitas de contaminação, o Brasil está em oposição à maioria (72,2%) dos países que vêm realizando inventário de suas áreas potencialmente contaminadas. É um ponto importante, que outras regiões devam seguir o exemplo de São Paulo, mesmo não tendo um índice tão alto de áreas potencialmente contaminadas. Este é apenas o princípio para se ter um registro federal dessas áreas, uma vez que é composto de todas as regiões. Na definição de responsabilidades pelas áreas contaminadas, a regra geral é a do poluidor pagador, embora com algumas variações. O Brasil, juntamente com a Grécia e Portugal, são os únicos países entre os pesquisados desprovidos de uma estrutura provedora de fundos para a remediação de sítios abandonados, os chamados sítios órfãos. É uma situação difícil de ser equacionada, uma vez que temos alguns casos antigos de contaminação que estão à espera de verba do

Governo, como é o caso da Cidade dos Meninos, que não chega nem a ser propriamente um sítio órfão, visto que a responsabilidade é inerente ao Ministério da Saúde, subentendendo-se o Governo Federal. O Brasil está longe de qualquer estrutura sequer parecida com a do *Superfund* dos Estados Unidos, por um lado até se justifica por não termos um número tão alto de áreas contaminadas, e nem o queremos ter, mas alguns casos exigem urgência de serem tomadas providências, e algo tem que ser realizado nesse sentido de maneira efetiva.

No Brasil é desconhecido o número de áreas potencialmente contaminadas, áreas suspeitas de contaminação e áreas contaminadas, em todo o seu território, não existe nem uma estimativa. A CETESB só pôde identificar até agora as áreas potencialmente contaminadas na Região Metropolitana de São Paulo, não alcançou ainda todo o Estado, e não tem o número registrado ou avaliado de áreas suspeitas de contaminação e áreas contaminadas. É um trabalho criterioso, que demanda tempo e mão de obra, e a equipe que vinha trabalhando na alimentação do Cadastro de Áreas Contaminadas era reduzida, tanto que a CETESB estava esperando a contribuição da Prefeitura neste aspecto.

Entre os países pesquisados, no que concerne a áreas suspeitas de contaminação, a Alemanha e a França mostraram os maiores índices, em oposição a Espanha, com um índice menor. Referente a áreas contaminadas, os Estados Unidos e a Holanda revelaram os índices mais preocupantes, em oposição a Hungria, com um índice menor. Quanto ao tipo de áreas potencialmente contaminadas, áreas suspeitas de contaminação ou áreas contaminadas predominante, a Holanda mostrou uma particularidade: geralmente os sítios contaminados são de áreas em uso e não de áreas abandonadas.

Os Estados Unidos é o mais atuante na remediação de áreas contaminadas, mas também é o país que tem mais por fazer, como sendo uma roda-viva. No aspecto de redesenvolvimento de *brownfields*, apenas os Estados Unidos e mais três países desenvolvem um trabalho neste campo e um outro está em fase de pesquisa, restando 72,2% de países que não têm trabalhado ou divulgado esta parcela da gestão de áreas contaminadas, por alguns considerado de menor importância. É um aspecto que estaria ligado com ênfase especial ao planejamento urbano das cidades. Se tem menor importância do ponto de vista de contaminação ambiental e danos à saúde humana, ainda assim não deve ser prevaricado, é de fundamental importância no estudo do planejamento urbano e social. Neste item o Brasil está com a maioria, justo quando a maioria está em falta.

Numa comparação geral entre os países, o Brasil encontrou similaridade com a Grécia e Portugal nos aspectos de gerenciamento de áreas contaminadas, ou seja, uma presença mínima de atuação na gestão destas áreas, com vários pontos em comum. Os três países não têm legislação específica e nem valores de intervenção para o solo, a legislação geral é apenas parcial no tocante ao tema de áreas contaminadas, não têm registro de áreas contaminadas, são os únicos que não têm uma estrutura provedora de fundos para a remediação de sítios abandonados, e enquanto o Brasil e Portugal têm que lidar com disposições irregulares de resíduos, a Grécia sofre com a incapacidade de destinação adequada para resíduos perigosos de alto risco.

A falta de um sistema de gestão de sítios contaminados por resíduos perigosos no Brasil, se reflete claramente na forma confusa e ineficiente com que os níveis de governo Federal, Estadual e Municipal têm tratado o caso da Cidade dos Meninos e de outras áreas contaminadas no país. A gestão de sítios contaminados requer entre outras coisas, uma clara legislação específica, procedimentos administrativos eficientes e uma metodologia de avaliação de saúde ambiental cientificamente embasada.

A última parte deste estudo foi elaborada com o propósito de contribuir para o desenvolvimento no país do conceito de avaliação de saúde ambiental como parte integrante de um sistema de gestão de avaliação de sítios contaminados. Assim é apresentado um exemplo de uma metodologia de avaliação de saúde ambiental para sítios contaminados por resíduos perigosos (Anexo C) utilizada nos Estados Unidos, que foi sintetizada e ligeiramente modificada para facilitar e viabilizar sua aplicação no Brasil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Obs.: O acesso a algumas das referências bibliográficas que estão com o endereço eletrônico via Internet, exige a instalação do programa *Adobe Acrobat Reader*. Pode ser feito o *download* gratuitamente no *site* <<http://www.adobe.com/products/acrobat/readstep.html>>.

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), 1987. *Resíduos Sólidos - Classificação: NBR 10004*, set/1987. Rio de Janeiro: ABNT.

ALVES, F., 1999. Resíduos industriais: quem paga a conta? *Saneamento Ambiental*, 59:3.

ANDRADE, A. C., 1996. *Sistemas de Avaliação de Prioridades para Recuperação de Áreas Contaminadas por Resíduos Perigosos*. Dissertação de Mestrado, São Paulo: Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo.

ANJOS, J. A. S. A. & SÁNCHEZ, L. E., 1999. Estratégias para remediação de sítios. *Saneamento Ambiental*, 60:34-41.

ATSDR (Agencia para las Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades), 1992a. *Evaluación de Riesgos en Salud por la Exposición a Resíduos Peligrosos*. Atlanta, GA: ATSDR, Servicio de Salud Pública, Departamento de Salud Humana y Servicios de los E.E.U.U. (Una outra publicação ha sido producida por el Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud).

ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry), 1992b. *Public Health Assessment Guidance Manual*. Chelsea, MI: Lewis Publishers. 12 September 1998 <<http://www.atsdr.cdc.gov/HAC/HAGM/index.html>>.

ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry), 1993a. *ATSDR Biennial Report to Congress 1991 and 1992*. Executive Statement . Atlanta, GA: ATSDR, Public Health Service, U.S. Department of Health and Human Services. 18 October 1998 <<http://www.atsdr.cdc.gov/excx2.html>>.

ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry), 1993b. *Hazardous Waste and Public Health: International Congress on the Health Effects of Hazardous Waste*, 3-6 May 1993, Atlanta, GA: ATSDR, Public Health Service, U.S. Department of Health and Human Services. 31 October 1998 <<http://www.atsdr.cdc.gov/excx1.html>>.

ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry), 1994. *A Primer on Health Risk Communication Principles and Practices*. Atlanta, GA: Division of Health Education, ATSDR, Public Health Service, U.S. Department of Health and Human Services. 15 September 1998 <<http://www.atsdr.cdc.gov/HEC/primer.html>>.

ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry), 1995. *Hexachlorocyclohexane*. Atlanta, GA: ATSDR, Public Health Service, U.S. Department of Health and Human Services. 18 October 1998 <<http://www.atsdr.cdc.gov/tfacts43.html>>.

ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry), 1996a. *Guidance for ATSDR Health Studies*. Atlanta, GA: Division of Health Studies, ATSDR, Public Health Service, U.S. Department of Health and Human Services. 15 September 1998 <<http://www.atsdr.cdc.gov/HS/gd1.html>>.

- ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry), 1996b. *Hazardous Substances Emergency Events Surveillance (HSEES) 1995 annual report*. Atlanta, GA: ATSDR, Public Health Service, U.S. Department of Health and Human Services. 15 September 1998 <<http://www.atsdr.cdc.gov/HS/HSEES/annual95.html>>.
- ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry), 1997. *Hazardous Substances Emergency Events Surveillance (HSEES) 1996 annual report*. Atlanta, GA: ATSDR, Public Health Service, U.S. Department of Health and Human Services. 7 September 1998 <<http://www.atsdr.cdc.gov/HS/HSEES/annual96.html>>.
- ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry), 2000. *Minimal Risk Levels (MRLs) for Hazardous Substances*. Atlanta, GA: ATSDR, Public Health Service, U.S. Department of Health and Human Services. 15 May 2000 <<http://www.atsdr.cdc.gov/mrls.html>>.
- AUSTRIAN ENVIRONMENT AGENCY, 1999a. *CLARINET Contaminated Land Rehabilitation Network for Environmental Technologies, 1st Progress Report*. Reporting Period: 01/07/98 - 31/12/98. Vienna: Austrian Environment Agency. 2 April 2000 <<http://www.clarinet.at/library/library.htm>>.
- AUSTRIAN ENVIRONMENT AGENCY, 1999b. *CLARINET Contaminated Land Rehabilitation Network for Environmental Technologies, 2nd Progress Report*. Reporting Period: 01/01/99 - 30/06/99. Vienna: Austrian Environment Agency. 17 April 2000 <<http://www.clarinet.at/library/library.htm>>.
- BARDOS, R. P., 1998. The NICOLE/NOBIS Conference on *in situ* bioremediation. Review of the meeting at the Golden Tulip Barbizon Palace Hotel, Amsterdam, Netherlands, on Friday 10 October 1997. *Land Contamination Reclamation* 6(1):39-47. 25 October 1998 <<http://www.nicole.org/nicole2/publications/NICOLEindex.shtml>>.
- BARDOS, R. P. & KASAMAS, H., 1998. *International Networks for Contaminated Land*. Presented at the Land Reclamation '98 Conference, Nottingham, UK, 7-11 September 1998. 25 October 1998. <<http://www.caracas.at>>.
- BARDOS, R. P.; KASAMAS, H. & DENNER, J., 1999. International networks for contaminated land. In: *Risk Assessment for Contaminated Sites in Europe*, vol. 2, pp. 177-196, Nottingham, UK: LQM Press.
- BARRETO, A. B. C., 1998. *Avaliação de Condições Hidrogeológicas e da Contaminação por HCH do Solo da Cidade dos Meninos, RJ*. Dissertação de Mestrado, Rio de Janeiro: Departamento de Engenharia Civil, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.
- BASTOS, L. H. P., 1999. *Investigação da Contaminação do Solo por Organoclorados, na Cidade dos Meninos, em Duque de Caxias, Rio de Janeiro. Avaliação Dentro de um Novo Cenário, Após Adição de Cal*. Dissertação de Mestrado, Rio de Janeiro: Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz..
- BEGLEY, J.; CROFT, B. & SWANNEL, R. P. J., 1996. Current research into the bioremediation of contaminated land. *Land Contamination & Reclamation*, 4(2):1-8. 2 April 2000 <<http://www.epppublications.com/recent.htm>>.

- BORGES, A. F., 1996. *Avaliação dos Mecanismos de Transporte de Hexaclorociclohexano (HCH) no Solo da Cidade dos Meninos, Duque de Caxias, RJ*. Dissertação de Mestrado, Rio de Janeiro: Departamento de Engenharia Civil, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.
- BRAGA, A. M. C. B., 1996. *Contaminação Ambiental por Hexaclorociclohexano em Escolares da Cidade dos Meninos, Duque de Caxias, Rio de Janeiro*. Dissertação de Mestrado, Rio de Janeiro: Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz.
- BRILHANTE, O. M., 1998. Diagnóstico e avaliação de impacto na saúde ambiental: um enfoque integrado da saúde do homem e dos ecossistemas. *Avaliação de Impactos*. IAIA - International Association for Impact Assessment, Seção brasileira. vol. IV, n.º I, pp. 51-66.
- BRILHANTE, O. M., 1999. Gestão e avaliação da poluição, impacto e risco na saúde ambiental. In: *Gestão e Avaliação de Risco em Saúde Ambiental* (O. M. Brilhante & L. Q. A. Caldas, coord.), pp. 19-73, Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ.
- CASARINI, D. C. P., 1997. Qualidade de Solos e Águas Subterrâneas: Padrões e Legislações. Projeto 33.1.03.E.00 - Estabelecimento de padrões de referência de qualidade e valores de intervenção para solos e águas subterrâneas no Estado de São Paulo. Relatório técnico de viagem a Holanda. São Paulo: EQSS (Setor de Qualidade de Solos e Águas Subterrâneas), CETESB.
- CASARINI, D. C. P., 1999. Controle e prevenção da poluição de aquíferos. *Saneamento Ambiental*, 57:36-40.
- CCME (Canadian Council of Ministers of the Environment), 1993. *The National Contaminated Sites Remediation Program 1992-1993 Annual Report*. CCME.
- CERQUEIRA, L., 1999. Risco de contaminação dos solos ameaça a RMSP. *Saneamento Ambiental*, 56:22-25.
- CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental), 1998. *Sistema Geográfico de Informações e Cadastro de Áreas Contaminadas* (M. A. Gunther, coord.). São Paulo: Cooperação Técnica Brasil-Alemanha CETESB/GTZ.
- CETESB/GTZ (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental/Deutsche Gesellschaft für Technische), 1997a. *Investigação de Área Contaminada por HCH - Cidade dos Meninos - Duque de Caxias - RJ*. São Paulo: Cooperação Técnica Brasil-Alemanha CETESB/GTZ/FEEMA.
- CETESB/GTZ (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental/Deutsche Gesellschaft für Technische), 1997b. *Manual de Áreas Contaminadas*. Pré-edição p/ avaliação interna, vols. 1 e 2, São Paulo: Cooperação Técnica Brasil-Alemanha CETESB/GTZ.
- CLARINET/NICOLE (Contaminated Land Rehabilitation Network for Environmental Technologies / Network for Industrially contaminated Land in Europe), 1998. *CLARINET/NICOLE Joint Statement: Better Decision Making Now*. 25 October 1998 <<http://www.nicole.org/nicole2/publications/NICOLEindex.shtml>>.

- CORTESI, P. & ENICHEM, S. P. A., 1999. *NICOLE The Network for Industrially contaminated Land in Europe*. Apeldoorn, The Netherlands: TNO Institute of Environmental Science, Energy Research & Process Innovation, NICOLE. 20 November 1999 <<http://www.nicole.org/nicole2/publications/NICOLEindex.shtml>>.
- CSD & GEOCLOCK (CSD do Brasil Engenharia Ambiental Ltda. & Geoclock Serviços e Projetos de Geologia e Mineração Ltda.), 1991. *Relatório de Impacto Ambiental: Aterro de Resíduos Industriais Companhia Industrial Ingá*. Rio de Janeiro: CSD/GEOCLOCK.
- DIAS, A. E. X. O.; OLIVEIRA, R.M. & BASTOS, L.H.P., 1997. *Hexachlorocyclohexane (HCH) Case Study: Cidade dos Meninos, Duque de Caxias, R.J., Brazil*. International Workshop on Organic Micropollutants in the Environment. CCS/UFRJ.
- DÍAZ-BARRIGA, F., 1998. *Metodología de Identificación y Evaluación de Riesgos para la Salud en Sitios Contaminados*. Lima: CEPIS/OPS/OMS/GTZ. 19 June 1999 <<http://www.cepis.org.pe/eswww/fulltext/gtz/metoiden/metoiden.html>>.
- ENVIRONMENT CANADA, 1999. *Export and Import of Hazardous Waste Regulations*. Quebec: Transboundary Movements Division, Environment Canada. 18 February 1999 <<http://www.ec.gc.ca/tmd/engclass.htm>>.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), 1995a. *Prevention and Disposal of Obsolete and Unwanted Pesticide Stocks in Africa and Near East: First Consultation Meeting*. Meeting, 12-14 December 1994, Rome. FAO Pesticides Disposal Series 1. Rome: FAO. 16 April 2000 <<http://pppis.fao.org/REFS/Pesticid/Disposal/disposal.htm>>.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), 1995b. *Prevention of Accumulation of Obsolete Pesticide Stocks*. FAO Pesticides Disposal Series 2. Rome: Plant Production and Protection Division, FAO. 16 April 2000 <<http://pppis.fao.org/REFS/Pesticid/Disposal/disposal.htm>>.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), 1997. *Prevention and Disposal of Obsolete and Unwanted Pesticide Stocks in Africa and Near East: Second Consultation Meeting*. Meeting, 2-3 September 1996, Rome. FAO Pesticides Disposal Series 5. Rome: FAO. 16 April 2000 <<http://pppis.fao.org/REFS/Pesticid/Disposal/disposal.htm>>.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), 1998. *Obsolete Pesticides: Problems, Prevention and Disposal*. Brief brochure. Rome: FAO. 16 April 2000 <<http://pppis.fao.org/REFS/Pesticid/Disposal/disposal.htm>>.
- FAO/UNEP/WHO (Food and Agriculture Organization of the United Nations/United Nations Environment Programme/World Health Organization), 1996. *Disposal of Bulk Quantities of Obsolete Pesticides in Developing Countries*. FAO Pesticide Disposal Series 4. Rome: FAO. 16 April 2000 <<http://www.fao.org/REFS/Pesticid/Disposal/disposal.htm>>.
- FEEMA (Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente do Rio de Janeiro), 1999a. *Diretriz de Destinação de Resíduos*. Rio de Janeiro: FEEMA. 23 Maio 1999. <<http://www.feema.rj.gov.br/programa/residuos/dz1311.htm>>.

- FEEMA (Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente do Rio de Janeiro), 1999b. *Diretriz de Implantação do Sistema de Manifesto de Resíduos Industriais*. Rio de Janeiro: FEEMA. 23 Maio 1999 <<http://www.feema.rj.gov.br/programa/residuos/dz1310.htm>>.
- FEPAM (Fundação Estadual de Proteção Ambiental do Rio Grande do Sul), 1997. *Avaliação Preliminar de Área Contaminada por Organoclorados, Depósitos de Agrotóxicos do Município de Canoas (RS)*. Rio Grande do Sul: Cooperação Técnica Brasil-Alemanha GTZ/FEPAM/FEEMA/CETESB.
- FERGUSON, C. C., 1999. Assessing risks from contaminated sites: policy and practice in 16 european countries. *Land Contamination & Reclamation*, 7(2):33-54. 2 April 2000 <<http://www.clarinet.at/library/index.htm>>.
- FOX, J. M., 1999. *A Look at Superfund*. Camden, NJ: Region 2, U.S. EPA. 6 May 2000 <<http://www.epa.gov/r02earth/epd/990419.htm>>.
- FUNDACIÓN EUROPEA PARA LA MEJORA DE LAS CONDICIONES DE VIDA Y DE TRABAJO, 1988. *Aspectos de Seguridad de los Desechos Peligrosos*. Dublin, Irlanda: Fundación Europea para la Mejora de las Condiciones de Vida y de Trabajo.
- GIBBS, L. M., 1998. A history of the Love Canal. Excerpts from *Love Canal the Story Continues*. New Society Publishers. 6 May 2000 <<http://www.essential.org/orgs/CCHW/lovcanal/lcindex.html>>.
- GIBBS, L. M., 1999. *Learning from Love Canal: A 20th Anniversary Retrospective*. EnviroArts: Orion Online, The EnviroLink Network. 5 May 2000 <http://www.environlink.org/environarts/arts_and_activism/LoisGibbs.html>.
- GREENBERG, M.; LOWRIE, K.; MAYER, H.; MILLER, T. & SOLITARE, L., 2000. *Brownfield Redevelopment as a Smart Growth Option*. New Jersey: National Center for Neighborhood and Brownfields Redevelopment, Bloustein School, Rutgers University. 16 April 2000 <<http://policy.rutgers.edu/brownfields/abstracts.html#smartgrowth>>.
- GREENBERG, M.; LOWRIE, K.; SOLITARE, L. & DUNCAN, L., 1999. *Brownfields, TOADS and the Struggle for Neighborhood Redevelopment: A Case Study of the State of New Jersey*. New Jersey: National Center for Neighborhood and Brownfields Redevelopment. 16 April 2000 <<http://policy.rutgers.edu/brownfields/abstracts.html#TOADS>>.
- HERNAN, R. E., 1997. A state's right to recover punitive damages in a public nuisance action: the Love Canal case study. *Touro Environmental Law Journal*, vol. 1, 1994. Touro College Jacob D. Fuchsberg Law Center. 6 May 2000 <<http://www.tourolaw.edu/Publications/EnvironmentalLJ/vol1/part3.html>>.
- HOSKIN, A. F.; LEIGH, J. P. & PLANEK, T. W., 1994. Estimated risk of occupational fatalities associated with hazardous waste site remediation. *Risk Analysis*, 14(6):1011-1017.
- IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis), 2000. *Rede Brasileira de Manejo Ambiental de Resíduos - REBRAMAR*. Brasília: IBAMA, MMA. 23 Março 2000 <<http://www.ibama.gov.br/~rebramar/apresenta.htm>>.

- KASAMAS, H.; DENNER, J.; SKOVGARD, I-M. & BARDOS, P., 1998. International networks on contaminated land - an overview. In: *Contaminated Soil 98, Proc 6th Intern FZK/TNO Conference on Contaminated Soil, 17-21 May 1998*, pp. 733-740, Edinburgh, UK. Ware, Hertfordshire, UK: r³ Environmental Technology Ltd.
- KASAMAS, H.¹ & FERGUSON, C.², 1998. *CARACAS - Concerted Action on Risk Assessment for Contaminated Sites in the European Union*. ¹Vienna, Austria: CARACAS Office / ²Nottingham, United Kingdom: CRBE - The Nottingham Trent University. 16 October 1998 <<http://www.caracas.at>>.
- LEENAERS, H. & OKX, J. P., 1997. *NICOLE Opinion on Contaminated Land Research*. Apeldoorn, The Netherlands: TNO-MEP / NICOLE Secretariat. 12 October 1998 <<http://www.nicole.org/nicole2/publications/NICOLEindex.shtml>>.
- LIFE SYSTEMS, INC., 1985. *Toxicology Handbook, Principals related to hazardous waste site investigations*. Contract N.º 68-01-7037. Washington, DC: Office of Waste Programs Enforcement, U.S. Environmental Protection Agency.
- LYBARGER, J., 1993, April 12. *Superfund Sites: Adverse Health Impacts*. Congressional Testimony, Atlanta, GA: Division of Health Studies, Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Public Health Service, U.S. Department of Health and Human Services. 18 October 1998 <<http://www.atsdr.cdc.gov/excx7.html>>.
- MARTIN, I.; VISSER, W. & BARDOS, P., 1997. Review of policy papers presented to the NATO/CCMS pilot study on research, development and evaluation of remedial action technologies for contaminated soil and groundwater. *Land Contamination & Reclamation*, 5(1):11-40. 25 October 1998 <<http://clu-in.org/intup.htm>>.
- McCORMACK's, J., 1999. *The Hazardous Web Site*. 7 August 1999 <<http://www.globalserve.net/~spinc/atomcc/index.html>>.
- MELLO, J. L., 1999. *Avaliação da Contaminação por HCH e DDT dos Leites de Vaca e Humano Provenientes da Cidade dos Meninos, Duque de Caxias - RJ*. Dissertação de Mestrado, Rio de Janeiro: Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz.
- MOEE (Ontario Ministry of the Environment and Energy), 1996a. *Guidance on site Specific risk assessment for Use at contaminated sites in Ontario* (A. Li-Muller, S. Fleming & M. Marsh, contributors). Toronto, Ontario: Standards Development Branch, MOEE. 17 October 1998 <<http://www.gov.on.ca/envision/decomm/pubs.htm>>.
- MOEE (Ontario Ministry of the Environment and Energy), 1996b. *Guideline for Use at Contaminated Sites in Ontario*. Toronto, Ontario: MOEE. 17 October 1998 <<http://www.ene.gov.on.ca/envision/decomm/pubs.htm>>.
- NEJAC (National Environmental Justice Advisory Council), 1996. *Environmental Justice, Urban Revitalization, and Brownfields: The Search for Authentic Signs of Hope*. A report on the Public Dialogues on Urban Revitalization and Brownfields: Envisioning Healthy and Sustainable Communities. EPA 500-R-96-002. Washington, DC: Waste and Facility Siting Subcommittee, NEJAC/U.S. EPA. 24 July 1999 <<http://www.epa.gov/swerosps/ej/ejndx.htm>>.

- NICOLE (Network for Industrially Contaminated Land in Europe), 1999. *A Network for Industrially Contaminated Land in Europe*. NICOLE brochure. Ware, Hertfordshire, UK: r³ Environmental Technology Ltd. 22 November 1999 <<http://www.nicole.org/nicole2/publications/NICOLEindex.shtml>>.
- NICOLE NEWS, 1996. Newsletter of the Network of Industrially Contaminated Land in Europe, a concerted action of the EC Environment and Climate Research and Development Programme. *NICOLE News*, vol. 1, n.º 1, August 1996. Nottingham, UK: Centre for Research into the Built Environment, The Nottingham Trent University. 25 October 1998 <<http://www.nicole.org/nicole2/publications/NICOLEindex.shtml>>.
- NICOLE NEWS, 1998a. Newsletter of the Network of Industrially Contaminated Land in Europe, a concerted action of the EC Environment and Climate Research and Development Programme. *NICOLE News*, vol. 2, n.º 2, February, 1998. Ware, Hertfordshire, UK: r³ Environmental Technology Ltd. 25 October 1998 <<http://www.nicole.org/nicole2/publications/NICOLEindex.shtml>>.
- NICOLE NEWS, 1998b. Newsletter of the Network of Industrially Contaminated Land in Europe, a concerted action of the EC Environment and Climate Research and Development Programme. *NICOLE News*, vol. 3, n.º 1, August, 1998. Ware, Hertfordshire, UK: r³ Environmental Technology Ltd. 25 October 1998 <<http://www.nicole.org/nicole2/publications/NICOLEindex.shtml>>.
- NICOLE NEWS, 1999. Newsletter of the Network of Industrially Contaminated Land in Europe, a concerted action of the EC Environment and Climate Research and Development Programme. *NICOLE News*, vol. 3, n.º 2, January, 1999. Ware, Hertfordshire, UK: r³ Environmental Technology Ltd. 25 October 1998 <<http://www.nicole.org/nicole2/publications/NICOLEindex.shtml>>.
- NJDEP (New Jersey Department of Environmental Protection), 1998. *Publicly Funded Cleanups Site Status Report*. Trenton, NJ: Site Remediation Program, NJDEP. 19 April 2000 <http://www.state.nj.us/dep/srp/publications/site_status/1998/index.html>.
- NJOSP (New Jersey Office of State Planning), 1999. *New Jersey Brownfields Team Directory*. Document # 129. Trenton, NJ: NJOSP. 3 June 1999 <<http://www.state.nj.us/osp/brownfld/browndir.htm>>.
- NYSDOH (New York State Department of Health), 1981. *Love Canal: A Special Report to the Govern & Legislature*. New York: Office of Public Health, New York State Department of Health. 6 May 2000 <http://ublib.buffalo.edu/libraries/projects/lovecanal/disaster_gif/records/healt1.html>.
- OLIVEIRA, R. M., 1994. Estudo da Contaminação do Solo e Pasto Causada por Hexaclorociclohexanos (HCH) na Cidade dos Meninos em Duque de Caxias, RJ. Dissertação de Mestrado, Rio de Janeiro: Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz.
- PAIVA, R. O., 1996. *Sistema de Vigilância à Saúde na Contaminação Ambiental por Hexaclorociclohexano na Cidade dos Meninos*. Monografia de Especialização em Toxicologia Ambiental, Niterói: Faculdade de Farmácia, Universidade Federal Fluminense.

- RODRIGUES, C.M., 1996. Brownfields. *Office of State Planning Memo*, vol. II, n.º 4, May/June/July 1996, Trenton, NJ: Office of State Planning, New Jersey Department of the Treasury. 3 June 1999 <<http://www.state.nj.us/osp/osppubs.htm>>.
- SMA (Secretaria de Estado do Meio Ambiente), 1997. Entendendo o Meio Ambiente: Volume VII - Convenção da Basileia sobre o Controle de Movimentos Transfronteiriços de Resíduos Perigosos e seus Depósitos. São Paulo: SMA, Governo do Estado de São Paulo.
- SOLITARE, L., 1999. *EPA Brownfields Demonstration Pilots: Are the Most Distressed Cities Being Assisted?* New Jersey: National Center for Neighborhood & Brownfields Redevelopment, Blounstein School, Rutgers University. 16 April 2000 <<http://policy.rutgers.edu/brownfields/abstracts.html#pilots>>.
- SOLOMON, K. R., 1996. Overview of recent developments in ecotoxicological risk assessment. *Risk Analysis*, 16(5):627-633.
- STATE UNIVERSITY OF NEW YORK AT BUFFALO, 1998a. Background on the Love Canal. *Love Canal Collection*. New York: University Archives, University Libraries, State University of New York at Buffalo. 7 August 1999 <http://ublib.buffalo.edu/libraries/projects/lovecanal/background_lovecanal.html>.
- STATE UNIVERSITY OF NEW YORK AT BUFFALO, 1998b. Love Canal chronology. *Love Canal Collection*. New York: University Archives, University Libraries, State University of New York at Buffalo. 7 August 1999 <http://ublib.buffalo.edu/libraries/projects/lovecanal/chronology_menu.html>.
- SUTER II, G. W.; CORNABY, B. W.; HADDEN, C. T.; HULL, R. N.; STACK, M. & ZAFRAN, F. A., 1995. An approach for balancing health and ecological risks at hazardous waste sites. *Risk Analysis*, 15(2):221-231.
- U.S. DOJ (U.S. Department of Justice), 1995. #638 *Occidental to Pay \$129 Million in Love Canal Settlement*. Washington, DC: Office of the Pardon Attorney, U.S. DOJ. 7 August 1999 <http://www.usdoj.gov/opa/pr/Pre_96/December95/638.txt.html>.
- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1989. *Risk Assessment Guidance for Superfund (RAGS): Volume I - Human Health Evaluation Manual, Part A, Interim final*. EPA/540/1-89/002. Washington, DC: Office of Emergency and Remedial Response, U.S. EPA. 1 May 1999 <<http://www.epa.gov/superfund/programs/risk/ragsa/index.htm>>
- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1991a. Ecological assessment of superfund sites: an overview. *Eco Update*, intermittent bulletin, vol. 1, n.º 2, December. Washington, DC: Office of Emergency and Remedial Response, U.S. EPA. 21 November 1999 <<http://www.epa.gov/superfund/programs/risk/ecoup/index.htm>>.
- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1991b. *Risk Assessment Guidance for Superfund (RAGS): Volume I - Human Health Evaluation Manual, Part B, Development of Risk-Based Preliminary Remediation Goals*, Interim. EPA/540/R-92/003. Washington, DC: Office of Emergency and Remedial Response, U.S. EPA. 1 May 1999 <<http://www.epa.gov/superfund/programs/risk/ragsb/index.htm>>.

- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1991c. *Risk Assessment Guidance for Superfund (RAGS): Volume I - Human Health Evaluation Manual, Part C, Risk Evaluation of Remedial Alternatives*, Interim. EPA/540/R-92/004. Washington, DC: Office of Emergency and Remedial Response, U.S. EPA. 1 May 1999 <<http://www.epa.gov/superfund/programs/risk/ragsc/index.htm>>.
- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1991d. The role of BTAGs in ecological assessment. *Eco Update*, intermittent bulletin, vol. 1, n.º 1, September. Washington, DC: Office of Emergency and Remedial Response, U.S. EPA. 21 November 1999 <<http://www.epa.gov/superfund/programs/risk/ecoup/index.htm>>.
- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1994a. Catalogue of standard toxicity tests for ecological risk assessment. *Eco Update*, intermittent bulletin, vol. 2, n.º 2, March. Washington, DC: Office of Emergency and Remedial Response, U.S. EPA. 21 November 1999 <<http://www.epa.gov/superfund/programs/risk/ecoup/index.htm>>.
- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1994b. *RCRA Waste Minimization National Plan*. Washington, DC: U.S. EPA. 2 November 1998 <<http://www.epa.gov/epaoswer/hazwaste/minimize/docs.htm>>.
- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1994c. Using toxicity tests in ecological risk assessment. *Eco Update*, intermittent bulletin, vol. 2, n.º 1, March. Washington, DC: Office of Emergency and Remedial Response, U.S. EPA. 21 November 1999 <<http://www.epa.gov/superfund/programs/risk/ecoup/index.htm>>.
- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1995. *NATO/CCMS Pilot Study on Evaluation of Demonstrated and Emerging Technologies for the Treatment and Clean Up of Contaminated Land and Groundwater (Phase II) Interim Status Report/Number 203*. EPA/542/R-95/006. Silver Spring, Maryland: Environmental Management Support Inc., U.S. EPA. 25 October 1998 <<http://clu-in.org/intup.htm>>.
- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1996a. Ecotox thresholds. *Eco Update*, intermittent bulletin, vol. 3, n.º 2, January. EPA 540/F-95/038. Washington, DC: Office of Solid Waste and Emergency Response, U.S. EPA. 8 April 2000 <<http://www.epa.gov/superfund/resources/ecotox/index.htm>>.
- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1996b. *Proposed Guidelines for Ecological Risk Assessment*. EPA/630/R-95/002B. Washington, DC: Risk Assessment Forum, U.S. EPA. 17 October 1998 <<http://www.epa.gov/ORD/WebPubs/ecorisk/>>.
- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1996c. *Superfund at Work: Hazardous waste cleanup efforts nationwide*. EPA 520-F-96-003. Washington, DC: Enforcement and Compliance Assurance, U.S. EPA. 6 May 2000 <<http://es.epa.gov/oeca/spfund/index.html>>.
- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1996d. *Superfund Relocation Roundtable Meeting*. Pensacola Civic Center, Pensacola, FL, 2-4 May 1996. EPA 540-K-96-010. Washington, DC: Office of Solid Waste and Emergency Response, U.S. EPA. 1 May 1999 <<http://www.epa.gov/superfund/pubs.htm>>.
- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1996e. *Superfund Today, Focus on the community advisory group program*. EPA 540-K-96-005. May, Washington, DC: Office of Solid Waste and Emergency Response, U.S. EPA. 18 October 1998 <<http://www.epa.gov/superfund/tools/today/index.htm>>.

- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1996f. *The Facts Speak for Themselves: A Fundamentally Different Superfund Program*. Washington, DC: U.S. EPA 1 November 1998 <<http://www.epa.gov/superfund/pubs.htm>>.
- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1997a. *Archival of CERCLIS Sites*. Fact Sheet, EPA 500-F-97-089. Washington, DC: Office of Solid Waste and Emergency Response, U.S. EPA. 17 October 1998 <<http://www.epa.gov/swerosps/bf/html-doc/archival.htm>>.
- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1997b. *Ecological Risk Assessment Guidance for Superfund: Process for Designing and Conducting Ecological Risk Assessments - Interim Final*. EPA 540-F-97-006. Washington, DC: Office of Solid Waste and Emergency Response, U.S. EPA. 1 April 2000 <<http://www.epa.gov/superfund/programs/risk/ecorisk/ecorisk.htm>>.
- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1997c. *Policy for Risk Characterization at the U.S. Environmental Protection Agency*. Washington, DC: U.S. EPA. 17 October 1998 <<http://www.epa.gov/ORD/spc/rcpolicy.htm>>.
- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1997d. *Priorities for Ecological Protection: An Initial List and Discussion document for EPA*. EPA/600/S-97/002. Washington, DC: U.S. EPA. 19 March 2000 <<http://www.epa.gov/ORD/WebPubs/priorities>>.
- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1997e. Proposal guidelines for brownfields assessment demonstration pilots. *The Brownfields Economic Redevelopment Initiative*. EPA 500-F-97-156. Washington, DC: Office of Solid Waste and Emergency Response, U.S. EPA. 17 October 1998 <<http://www.epa.gov/swerosps/bf/html-doc/appbook.htm>>.
- U.S. EPA (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos), 1997f. *RCRA: Reduciendo el Riesgo de Residuo*. EPA530-K-97-004S. Washington, DC: Residuo Sólido y Respuesta de Emergencia, U.S. EPA. 2 November 1998 <<http://www.epa.gov/epaoswer/general/risk/index.htm>>.
- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1997g. *Reporting Requirements for Continuous Releases of Hazardous Substances, A Guide for Facilities on Compliance*. EPA 540-R-97-047. Washington, DC: Office of Emergency and Remedial Response, U.S. EPA. 2 November 1998 <<http://www.epa.gov/superfund/resources/release/faciliti.htm>>.
- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1997h. *Superfund Today, Focus on risk assessment*. EPA 540-K-96-003. February, Washington, DC: Office of Solid Waste and Emergency Response, U.S. EPA. 18 October 1998 <<http://www.epa.gov/superfund/tools/today/index.htm>>.
- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1997i. *Waste Minimization National Plan: Reducing Toxics in our Nation's Waste*. EPA530-F-97-010. Washington, DC: Office of Solid Waste and Emergency Response, U.S. EPA. 2 November 1998 <<http://www.epa.gov/epaoswer/hazwaste/minimize/docs.htm>>.
- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1998a. *Brownfields Showcase Communities*. U.S. EPA. 18 October 1998 <<http://www.epa.gov/swerosps/bf/showcase.htm>>.

- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1998b. *CERCLA Statutory Overview*. EPA540-R-98-024. Washington, DC: Office of Solid Waste and Emergency Response, U.S. EPA. 1 November 1998 <<http://www.epa.gov/superfund/pubs.htm>>.
- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1998c. *Cleanup News*, issue # 1, Winter 1998. EPA 300-N-98-009. Washington, DC: Office of Site Remediation Enforcement, U.S. EPA. 21 April 2000 <<http://es.epa.gov/oeca/osre/cleanup.html>>.
- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1998d. *Guidelines for Assessing Ecological Risks Posed by Chemicals, developmental plan*. Sacramento, CA: OEHHA (Office of Environmental Health Hazard Assessment), California Environmental Protection Agency. 18 October 1998 <<http://www.oehha.ca.gov/ecotox/documents/fecocrnr.html>>.
- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1998e. *Guidelines for Ecological Risk Assessment*. EPA/630/R-95/002F. Washington, DC: Risk Assessment Forum, U.S. EPA. 17 October 1998 <<http://www.epa.gov/ncea/ecorsk.htm>>.
- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1998f. *NATO/CCMS Pilot Study on Evaluation of Demonstrated and Emerging Technologies for the Treatment of Contaminated Land and Groundwater (Phase III) 1998 Annual Report*. EPA 542-R-98-002. Silver Spring, Maryland: Environmental Management Support Inc., U.S. EPA. 25 October 1998 <<http://clu-in.org/intup.htm>>.
- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1998g. Proposal guidelines for brownfields job training and development demonstration pilots. *The Brownfields Economic Redevelopment Initiative*. EPA 500-98-142. Washington, DC: Office of Solid Waste and Emergency Response, U.S. EPA. 18 October 1998 <<http://www.epa.gov/swerosps/bf/job.htm>>.
- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1998h. *Quality Assurance Guidance for Conducting Brownfields Site Assessments*. EPA 540-R-98-038. Washington, DC: Office of Solid Waste and Emergency Response, U.S. EPA. 20 November 1999 <<http://www.epa.gov/swertio1/products/toolkit99/pages/letterq.htm>>.
- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1998i. *Risk Assessment Guidance for Superfund(RAGS): Volume I - Human Health Evaluation Manual, Part D, Standardized Planning, Reporting, and Review of Superfund Risk Assessments*, Interim. EPA/540/R-97/033. Washington, DC: Office of Emergency and Remedial Response, U.S. EPA. 1 November 1998 <<http://www.epa.gov/superfund/programs/risk/ragsd/tara.htm>>.
- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1998j. *Road Map to Understanding Innovative Technology Options for Brownfields Investigation and Cleanup*. EPA 542-B-97-001. Washington, DC: Office of Solid Waste and Emergency Response, U.S. EPA. 2 November 1998 <<http://www.epa.gov/swertio1/pubitech.htm>>.
- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1998k. *Technical Hexachlorocyclohexane (t-HCH) CASRN 608-73-1*. IRIS (Integrated Risk Information System), U.S. EPA. 18 October 1998 <<http://www.epa.gov/iris/subst/0165.htm>>.

- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1999a. *A Sustainable Brownfields Model Framework: Sustainable redevelopment linking the community and business for a brighter future*. EPA500-R-99-001. Washington, DC: Platinum International, Inc. / Office of Solid Waste and Emergency Response, U.S. EPA. 3 June 1999 <<http://www.epa.gov/swerosps/bf/sustain.htm>>.
- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1999b. *Auxiliary Information: National Priorities List, Proposed Rule and Final Rule*. Intermittent bulletin, Internet vol. 2, n.º 3, April/May. Washington, DC: Office of Emergency and Remedial Response, U.S. EPA. 3 June 1999 <<http://www.epa.gov/superfund/sites/nplinfo.htm>>.
- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1999c. *Cleanup News*, issue # 3, Fall 1999. EPA 300-N-99-008. Washington, DC: Office of Site Remediation Enforcement, U.S. EPA. 21 April 2000 <<http://es.epa.gov/oeca/osre/cleanup.html>>.
- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1999d. *Descriptions of 13 Sites Proposed, One Site Re-proposed, and Ten Final Sites Added to the National Priorities List in April/May 1999*. Intermittent Bulletin, Internet vol. 2, n.º 3, Washington, DC: Office of Emergency and Remedial Response, U.S. EPA. 3 June 1999 <<http://www.epa.gov/superfund/sites/nplinfo.htm>>.
- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1999e. Love Canal. *National Priority Site Fact Sheet*. New York: Region 2, U.S. EPA. 6 May 2000 <http://www.epa.gov/region02/superfund/site_sum/0201290c.htm>.
- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1999f. National Priorities List for Uncontrolled Hazardous Waste Sites. Amendment, Final Rule. *Federal Register*, 64(89): 24949-24956, 10 May. 3 June 1999 <http://www.access.gpo.gov/su_docs/aces/aces140.html>.
- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1999g. *NATO/CCMS Pilot Study on Evaluation of Demonstrated and Emerging Technologies for the Treatment of Contaminated Land and Groundwater (Phase III) 1999 Annual Report*. EPA/542/R-99/007. Silver Spring, Maryland: Environmental Management Support Inc., U.S. EPA. 3 April 2000 <<http://clu-in.org/intup.htm#International>>.
- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1999h. *Risk Assessment Guidance for Superfund: Volume I - Human Health Evaluation Manual Supplement to Part A: Community Involvement in Superfund Risk Assessments*. EPA 540-R-98-042. Washington, DC: Office of Emergency and Remedial Response, U.S. EPA. 21 November 1999 <<http://www.epa.gov/superfund/programs/risk/ragsa/ci-ra.htm>>.
- WASHBURN, S. T., WARNASCH, J. & HARRIS, R. H., 1994. Risk assessment in the remediation of hazardous waste sites. In: *Remediation of Hazardous Waste Contaminated Soils*. pp. 9-30, Princeton, NJ: Edited by Donald L. Wise & Debra J. Trantolo.

ANEXO A. Resultados do *Check-list* e Cálculos Numéricos

Compilação de Dados em Resposta ao *Check-list*

Quadro a-1. Tem legislação federal específica para o solo?

Alemanha	- <u>Sim</u> . A Lei Federal de Proteção do Solo, decretada em 01/03/99, que buscou harmonizar regulamentos e valores, pois os 16 Estados da Federação mantinham mais de 35 listas contendo valores diferentes para avaliação de risco e limpeza de solos contaminados.
Áustria	- <u>Não</u> . A conservação do solo é uma responsabilidade das autoridades provincianas.
Bélgica	- <u>Não</u> . A única estrutura comum vem da Comissão Europeia: legislação p/ ar, água e resíduo. As três Regiões da Bélgica são livres para agir de acordo com sua própria política ambiental: a Região de Flanders, Região de Wallonia e a Região de Bruxelas. Até 1999, apenas Flanders tinha adotado uma estrutura legislativa integral: o Decreto de Remediação do Solo, ratificado pelo Governo Flamengo em 1995, o solo inclui tanto a fase sólida quanto as águas subterrâneas.
Brasil	- <u>Não</u> . A Lei Federal n.º 6.766/79 sobre o parcelamento do solo urbano não está relacionada diretamente a ACs.
Canadá	- <u>Sim</u> .
Dinamarca	- <u>Sim</u> , a Lei de Contaminação do Solo, que entraria em vigor a partir de janeiro de 2000.
Espanha	- <u>Não</u> .
EUA	- <u>Sim</u> .
França	- <u>Em andamento</u> .
Grécia	- <u>Não</u> .
Holanda	- <u>Sim</u> , a Lei de Proteção do Solo, de 1987, em que a poluição do solo não é permitida e se ele tornou-se poluído após esta Lei, em princípio, a poluição deverá ser removida independente dos riscos. O Ministério da Habitação, Planejamento e Meio Ambiente (VROM) é responsável pela definição geral da política do solo.
Hungria	- <u>Em andamento</u> , aguardando entrar em vigor.
Noruega	- <u>Em andamento</u> .
Portugal	- <u>Não</u> .
Reino Unido	- <u>Não</u> .
Rep. Tcheca	- <u>Sim</u> .
Suécia	- <u>Sim</u> .
Suíça	- <u>Sim</u> .

Quadro a-2. O País está bem embasado em termos de legislação para áreas contaminadas?

Alemanha	- <u>Sim</u> . Várias, a nível federal e estadual.
Áustria	- <u>Sim</u> , em 1989 a Lei Federal para Limpeza de ACs (ALSAG), criou uma estrutura legal uniforme para a gestão de ACs: registo, avaliação, prioridades para atenção urgente e provisão de fundos para remediação via taxa de resíduo com valor estabelecido pela Lei de Aterro Sanitário, com parâmetros para qualidade do resíduo a ser depositado: valores limite no conteúdo total e constituintes de contaminação nas amostras. Especifica 4 tipos de aterros: para solos escavados, para resíduo de demolição, para materiais residuais e para massa de resíduos.
Bélgica	- <u>Sim</u> , embora não tenha uma Agência Federal para o Meio Ambiente.
Brasil	- <u>Parcialmente</u> . A legislação existente pode ser relacionada indiretamente a ACs
Canadá	- <u>Sim</u> , em 1989 o CCME iniciou o Programa Nacional de Remediação de Áreas Contaminadas (NCSRP), para prover uma abordagem de consistência nacional para a classificação e remediação de ACs por resíduos perigosos originadas de atividades industriais ou comerciais.
Dinamarca	- <u>Sim</u> , a Lei de Proteção Ambiental de 1974 (última emenda em 1996) e a Lei de Sítios Contaminados de 1983 (revisada em 1990 e 1996).
Espanha	- <u>Sim</u> . A Lei de Resíduos Perigosos e Tóxicos, de 1986; o Plano de Resíduos Industriais, de 1989; o Plano Nacional para Remediação de Sítios Contaminados, de 1995; e a Lei de Resíduos, de 1998, onde o conceito de solo contaminado é definido baseando-se nos riscos à saúde humana e aos ecossistemas, que inclui o Plano de Recuperação de Solos Contaminados.
EUA	- <u>Sim</u> . RCRA, de 1976, e emendas; CERCLA ou Lei do <i>Superfund</i> , de 1980, emendada em SARA (1986); Programa de Tanques de Armazenamento Subterrâneos (USTs); etc.
França	- <u>Parcialmente</u> . Não tem legislação específica para ACs, a estrutura legal é baseada na Lei de Gerenciamento de Resíduo de 1975 e na Lei das Instalações Registradas para a Proteção Ambiental de 1976, e subseqüentes emendas em 1992, 1995, etc.
Grécia	- <u>Parcialmente</u> . A Lei Ambiental 1650/86 cobre os aspectos de proteção do solo contra disposição de resíduos municipais e industriais, e contra o excessivo uso de fertilizantes e pesticidas; referências ao controle do solo e contaminação das águas subterrâneas. Decisões Ministeriais Articuladas, relacionadas a ACs, solo e águas subterrâneas.
Holanda	- <u>Sim</u> , mas em abordagens políticas recentes, a contaminação do solo não é tratada apenas como um problema ambiental, mas ajustada a atividades sociais como planejamento espacial e desenvolvimento econômico-social. Prevenção, uso da terra, tratamento de solo escavado e seu reuso (ex.: material de construção), monitoramento da qualidade do solo e remediação, são ajustados mutuamente, cuja integração é promovida sob o conceito de gestão do solo "ativo".
Hungria	- <u>Sim</u> . O governo lançou o Programa de Remediação Ambiental Nacional em 1996, para avaliar ACs de responsabilidade do governo e eliminar os danos. É coordenado pelo Ministério do Meio Ambiente com a participação dos ministérios, organizações científicas e profissionais.
Noruega	- <u>Sim</u> . A Lei de Controle da Poluição, de 1981, sob a responsabilidade da Autoridade de Controle da Poluição Norueguesa, sendo quase todas as ACs reguladas diretamente por esta Agência, restando apenas alguns casos para as autoridades regionais.
Portugal	- <u>Em estudo</u> . O Decreto Lei n.º 236/97 criou um Centro de Desenvolvimento da Poluição do Solo, integrado c/o Instituto de Resíduo, que está desenvolvendo uma estratégia para a gestão de ACs, copilando informações de países Europeus e Norte Americanos quanto à política, legislação, métodos p/o registo de ACs, critérios e procedimentos p/avaliação de risco, uso de valores <i>screening</i> do solo, avaliação de alternativas de remediação.
Reino Unido	- <u>Sim</u> . A Lei Ambiental de 1995 inseriu um novo regulamento à Lei de Proteção Ambiental de 1990: a identificação de qualquer AC é baseada no processo de avaliação de risco. Regulamentos de Licenciamento de Gerenciamento de Resíduo, de 1994.
Rep. Tcheca	- <u>Sim</u> , em associação com a privatização de propriedades estaduais antigas. A Lei N.º 92/1991 sobre Condições de Transferência de Propriedade Estadual, e a relação de Métodos de Avaliação de Obrigações Ambientais de Companhias para Projetos de Privatização, introduziram diretrizes de níveis limite para solo, água subterrânea e combustível no solo, reportando ao uso futuro das ACs, baseado na avaliação ambiental da propriedade a ser privatizada. As Resoluções do Governo Tcheco N.º 455/1992 e N.º 123/93 impõem obrigações por danos ambientais passados causados por contaminação de resíduos perigosos.
Suécia	- <u>Sim</u> . Em janeiro de 1999 uma nova legislação ambiental, o Código Ambiental, veio complementar e cobrir diretamente aspectos de remediação de ACs.
Suíça	- <u>Sim</u> . A Lei Federal de Proteção Ambiental de 1983, revisada em 1995, e a Ordenança relacionada à limpeza de ACs de 1998, regulam a identificação, avaliação, remediação e financiamento de ACs.

Quadro a-3. O País tem valores de intervenção para avaliação de solos contaminados?

Alemanha	- <u>Sim</u> , um padrão nacional uniforme para avaliação de risco e limpeza.
Áustria	- <u>Em estudo</u> . Não tem valores gerais, estes são baseados em circunstâncias específicas, como condições geológicas locais e influências antropogênicas na qualidade do solo. O Instituto Austríaco de Standarts, estaria publicando um padrão para Avaliação de Risco de Sítios Contaminados concernente a Solos Poluídos em 2000.
Bélgica	- <u>Sim</u> , em Flanders, baseado no modelo holandês, com algumas adições e modificações.
Brasil	- <u>Não</u> .
Canadá	- <u>Sim</u> , o <i>Interim Environmental Quality Criteria for Contaminated Sites</i> .
Dinamarca	- <u>Sim</u> .
Espanha	- <u>Sim</u> , nas Comunidades Autônomas; padrões gerais estão em estudo.
EUA	- <u>Sim</u> , como em U.S. EPA (1996s).
França	- <u>Em estudo</u> .
Grécia	- <u>Não</u> , tem usado alguns padrões internacionais como os da U.S. EPA.
Holanda	- <u>Sim</u> , valores alvo e de intervenção têm sido estabelecidos para cerca de 100 substâncias para solo e águas subterrâneas, baseado em dados toxicológicos humanos e ecotoxicológicos que são relacionados a um valor médio de um volume específico de solo e água subterrânea.
Hungria	- <u>Parcialmente</u> . Para as medidas mais urgentes de limpeza, foram aplicados Padrões Nacionais para solos de agricultura, os quais são inerentemente conservativos. Os valores ABC de Padrões holandeses têm sido aplicados em parte para outras atividades de limpeza.
Noruega	- <u>Sim</u> , o modelo desenvolvido seguiu padrões holandeses e suecos.
Portugal	- <u>Em estudo</u> , atualmente vem utilizando o padrão canadense.
Reino Unido	- <u>Sim</u> , foi um pioneiro no uso, como suporte para a avaliação de risco.
Rep. Tcheca	- <u>Sim</u> .
Suécia	- <u>Sim</u> . A Agência de Proteção Ambiental desenvolveu valores diretrizes para 36 contaminantes ou grupo de contaminantes no solo, especificando valores para cada um dos três tipos de uso da terra estabelecidos (mais, ou menos sensível).
Suíça	- <u>Sim</u> .

Quadro a-4. Qual o foco principal do País em termos de bens a proteger?

Alemanha	- <u>Solo</u> . Reduzir a pressão quanto ao desenvolvimento de sítios de <i>greenfields</i> .
Áustria	- <u>Água subterrânea</u> . Mais de 99% da água de abastecimento (para beber) é suprida pelas águas subterrâneas, determinando uma ênfase na prevenção da poluição de águas subterrâneas, em concordância com a Lei da Água de 1959.
Bélgica	- <u>Saúde da população e qualidade ambiental</u> , pela distinção entre poluição histórica e nova. A poluição histórica do solo é a que ocorreu antes do Decreto de Remediação do Solo tornar-se obrigatório em Flanders, ou seja, 29 de outubro de 1995. A poluição do solo nova é a originada após o Decreto tornar-se obrigatório. De acordo com o Decreto, a limpeza de poluição nova deve realizar-se sempre que os valores de limpeza do solo são excedidos; quando a poluição é histórica, a decisão para a limpeza dependerá dos riscos estimados para o homem e o meio ambiente a partir de uma avaliação de risco do sítio. Considerando recursos financeiros limitados, a limpeza de poluição histórica obterá uma classificação prioritária.
Brasil	- <u>Saúde da população e qualidade ambiental</u> . Embora com poucos recursos, existe uma preocupação quanto à saúde da população através do SUS e das Campanhas de Saúde Pública. A legislação para o meio ambiente, mesmo não havendo específica para ACs, é abrangente e até aquém de ser cumprida.
Canadá	- <u>Saúde da população e qualidade ambiental</u> .
Dinamarca	- <u>Água subterrânea</u> . O suprimento de água é aproximadamente 95% originada de águas subterrâneas.
Espanha	- <u>Princípio da sustentabilidade</u> , colocando particular importância na prevenção do resíduo, tratamento do resíduo e obrigação do poluidor de reparar qualquer dano causado.
EUA	- <u>Redesenvolvimento</u> .
França	- <u>Saúde da população e qualidade ambiental</u> .
Grécia	- <u>Saúde da população e qualidade ambiental</u> .
Holanda	- <u>Solo</u> . Proibição da poluição do solo independente dos riscos e distinção entre poluição histórica e poluição nova, adotada pelo Parlamento Holandês em 1997: sítios novos (contaminados durante e após 1987), uma limpeza total deve ser realizada; sítios antigos (contaminados antes de 1987) e c/contaminantes móveis, a contaminação deve ser removida até onde possível no modo custo-efetivo; e sítios antigos c/contaminantes não móveis, a contaminação deve ser removida p/o grau necessário, reconhecendo o uso final do sítio.
Hungria	- <u>Saúde da população e qualidade ambiental</u> .
Noruega	- <u>Águas superficiais</u> . Mais de 85% do suprimento de água da Noruega é baseado em água superficial.
Portugal	- <u>Saúde da população e qualidade ambiental</u> .
Reino Unido	- <u>Saúde da população e qualidade ambiental</u> .
Rep. Tcheca	- <u>Propriedade/privatização</u> .
Suécia	- <u>Saúde da população e qualidade ambiental</u> , priorizando os riscos colocados.
Suíça	- <u>Redesenvolvimento</u> , provocando a descoberta e priorização de casos urgentes de ACs para remediação.

Quadro a-5. Qual a principal ameaça de contaminação ambiental enfrentada pelo País atualmente?

Alemanha	- <u>Áreas de uso anterior do exército</u> . Os sítios militares representam 2,8% da área da Alemanha. Em 1995, nas 1.026 Bases Militares que o Exército Soviético deixou no território Alemão, foram registradas 33.738 ASCs. Como resultado de uma avaliação preliminar, 12% requeriam ação imediata, 32% requeriam investigação a médio prazo e 56% não eram relevantes ambientalmente; 35% dos sítios estavam em áreas de proteção de água para abastecimento e 25% significavam perigo à qualidade da água. Os sítios de antigos estabelecimentos de produção de armamentos e munições que estiveram contaminados durante a I e II Guerra Mundial, a partir de inventário nacional, foram registradas 3.240 ASCs e a estimativa é de que 50% são perigosas.
Austria	- <u>Inoperância econômica e/ou legislativa e/ou administrativa</u> . Devido à complexidade dos diferentes regulamentos e agências reguladoras no processo de gerenciamento, o controle do pagamento da taxa de resíduo tem se mostrado inefetivo.
Bélgica	- <u>Inoperância econômica e/ou legislativa e/ou administrativa</u> . Falta de recursos das partes responsáveis pela limpeza da poluição histórica.
Brasil	- <u>Disposição irregular de resíduos</u> , os industriais representando uma ameaça maior.
Canadá	- <u>Disposição irregular de resíduos</u> . Ex.: As Lagoas de Breu de Sidney, onde a prática de disposição de resíduos perigosos de um complexo siderúrgico na fabricação do aço contaminou uma área de 34 ha de lagoas, contendo cerca de 500.000 ton de material contaminado como hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (PAHs), compostos de nitrogênio heterocíclicos (HNCs), PCBs e metais pesados. O Governo Federal e a Província de Nova Escócia anunciaram em 1999 a provisão de fundos de Can\$62 milhões para a relocação de residentes das proximidades do sítio, estudos de saúde e um programa para demonstrações em escala-piloto de tecnologias que devem ser aplicadas para a remediação do sítio.
Dinamarca	- <u>Áreas com uso da água vulnerável</u> (ameaça à potabilidade da água).
Espanha	- <u>Uso de tecnologias com produção de resíduo em excesso</u> .
EUA	- <u>Metais pesados e/ou VOCs e/ou PCBs, PAHs ou dioxinas</u> . Metais pesados e compostos orgânicos voláteis (VOCs), geralmente presentes em 53% e 60% dos sítios respectivamente.
França	- <u>Inoperância econômica e/ou legislativa e/ou administrativa</u> . Na abordagem francesa não existe legislação específica para proteção do solo ou ACs, a legislação existente se refere mais à gestão de instalações industriais e em menor grau à gestão de resíduos.
Grécia	- <u>Incapacidade de destinação adequada para resíduos perigosos de alto risco</u> . Alguns resíduos perigosos são co-dispostos em aterros municipais, outros são armazenados em locais controlados dentro das instalações onde eles são produzidos, ou podem ser exportados para disposição especialista no caso de resíduos de alto risco como PCBs, resíduos de cianeto e pesticidas. Existem dois programas para a seleção e construção de plantas de tratamento para a disposição controlada de resíduos perigosos, um para o norte e outro para o sul da Grécia.
Holanda	- <u>Uso de tecnologias com produção de resíduo em excesso</u> .
Hungria	- <u>Áreas de uso anterior do exército</u> .
Noruega	- <u>Metais pesados e/ou VOCs e/ou PCBs, PAHs ou dioxinas</u> . Metais pesados, PCBs, PAHs ou dioxinas em ambientes marinhos.
Portugal	- <u>Disposição irregular de resíduos</u> .
Reino Unido	- <u>Uso de tecnologias com produção de resíduo em excesso</u> .
Rep. Tcheca	- <u>Áreas de uso anterior do exército</u> .
Suécia	- <u>Metais pesados, PCBs, PAH e dioxinas</u> . Os contaminantes metálicos predominam devido à estrutura industrial: minas com drenagem ácida, tabalhos com ferro e aço, etc.
Suíça	- <u>Sobrepunção de interesses econômicos</u> , em que a remediação é provocada mais pelo desenvolvimento, planos de construção ou a presença de fontes adequadas de dinheiro, e menos pelo perigo atual ou futuro que representa para o meio ambiente e a saúde humana.

Quadro a-6. As autoridades são responsáveis pelo registro de áreas potencialmente contaminadas ou áreas suspeitas de contaminação?

Alemanha	- <u>Sim</u> .
Áustria	- <u>Sim</u> , a Agência Ambiental Federal.
Bélgica	- <u>Sim</u> .
Brasil	- <u>Não</u> .
Canadá	- <u>Sim</u> . Com o objetivo de avaliar o nível de atividades do Setor Privado, o CCME iniciou um Diretório de Base de Dados de Serviços em Sítios Contaminados para atualizar a informação periodicamente através do uso de um questionário, remetido para consultores ambientais e firmas de engenharia através do país.
Dinamarca	- <u>Sim</u> , desde 1993 as ACs são registradas no Registro de Propriedade Oficial. A condição para o registro é que haja evidência de que o sítio está contaminado em um nível que apresenta riscos para a saúde humana e o meio ambiente através do uso do sítio ou da contaminação da água. Após o registro, qualquer mudança no uso da terra deve ser autorizado com antecedência pelas autoridades regionais.
Espanha	- <u>Sim</u> .
EUA	- <u>Sim</u> .
França	- <u>Sim</u> , foi um dos primeiros países a realizar algum tipo de inventário para ACs, desde 1978, mas deu atenção limitada ao problema até o início dos anos 90.
Grécia	- <u>Não</u> , não tem havido levantamento específico para a identificação e registro de ACs. Foram registrados apenas áreas afetadas por aterros, mas não existe registro para ACs industrialmente. Universidades e institutos de pesquisa têm identificado um número de ACs industrialmente e estudado soluções tecnológicas para reabilitação. É planejado pelo Ministério do Meio Ambiente um registro preciso dos sítios suspeitos de <i>dumping</i> de resíduos perigosos.
Holanda	- <u>Sim</u> .
Hungria	- <u>Sim</u> .
Noruega	- <u>Sim</u> . O registro de solos contaminados e o de sedimentos contaminados eram dirigidos separadamente, mas após a reorganização da Autoridade de Controle da Poluição Norueguesa em 1998, os solos contaminados, os sedimentos contaminados e as áreas mineiras antigas passaram a fazer parte de uma mesma unidade.
Portugal	- <u>Não</u> .
Reino Unido	- <u>Não</u> . A seção 143 da Lei de Proteção Ambiental de 1990 que continha a provisão para registros de APCs ou ASCs para manter o princípio do "comprador precavido" que deveria ser melhor informado, foi repelida pela Lei Ambiental de 1995.
Rep. Tcheca	- <u>Parcialmente</u> . Não existe um registro completo e comum de todos as ACs recentes e antigas. Existem registros em diferentes fontes: as APCs do Exército Tcheco são registradas pelo Ministério da Defesa e suas seções regionais, utilizando a ajuda de GIS; o registro de lixões e aterros foram iniciados em 1995 por Seções de Distritos com a ajuda de questionários; um registro de ACs em geral, incluindo lixões e aterros, tem sido organizado pelo Departamento de Danos Ambientais (MoE) com a ajuda de uma base de dados, desde 1996; o Fundo de Propriedade Nacional (NPF) tem seu próprio registro para ACs para as quais está fornecendo financiamento, tanto as que foram privatizadas como sítios de companhias que pediram financiamento ao NPF para o processo de remediação.
Suécia	- <u>Sim</u> . Há apenas um registro oficial de ASCs identificadas pela Agência de Proteção Ambiental Sueca, o qual é aberto apenas pelas autoridades ambientais.
Suíça	- <u>Sim</u> , as ASC são registradas no Departamento Federal de Defesa.

Quadro a-7. As áreas potencialmente contaminadas ou áreas suspeitas de contaminação são registradas em cada um dos Estados ou Municípios da Federação?

Alemanha	- <u>Sim</u> .
Áustria	- <u>Sim</u> . O Programa Nacional de Limpeza, coordenado pelo Ministério Federal do Meio Ambiente com os Governos Provincianos, é responsável pela identificação de APCs. A informação produzida nas províncias é transferida para a Agência Ambiental Federal (UBA), que registra, avalia e prioriza os sítios de acordo com seu nível de risco.
Bélgica	- <u>Parcialmente</u> . Existem sistemas de registro em Flanders e em Wallonia, porém em Bruxelas não era conhecido nenhum sistema até 1999. O registro Flamengo de ACs serve como uma base de dados para decisões políticas e também funciona como um instrumento para proteger e informar compradores potenciais de sítios poluídos. O registro de ACs é aberto ao público e é possível a requisição de um certificado do solo, incluindo um extrato do registro.
Brasil	- <u>Parcialmente</u> . Apenas o Estado de São Paulo iniciou o cadastro de APC, que integram um Banco de Dados informatizado, ainda não disponível ao público.
Canadá	- <u>Sim</u> .
Dinamarca	- <u>Sim</u> .
Espanha	- <u>Sim</u> .
EUA	- <u>Sim</u> .
França	- <u>Sim</u> , além de inventário do histórico de cada área.
Grécia	- <u>Não</u> .
Holanda	- <u>Sim</u> , o registro de ACs tem sido realizado dentro das Províncias, inclusive a manutenção da base de dados, ficando para o Governo central a responsabilidade pelo monitoramento das ações de remediação. Algumas províncias adotaram um procedimento de avaliação sistemática chamado FINABO, que envolve três tipos de dados coletados: informação do sítio, informação sobre o gerenciamento do projeto e informação financeira.
Hungria	- <u>Parcialmente</u> .
Noruega	- <u>Sim</u> , tem sido inclusive transferido a responsabilidade, competência e recursos para as autoridades regionais ou estaduais na regulação de ACs.
Portugal	- <u>Não</u> .
Reino Unido	- <u>Não</u> .
República Tcheca	- <u>Parcialmente</u> , apenas 40-50 % dos distritos têm feito seus registros. Existem centenas de sítios de disposição de resíduos ilegais, muitos deles sem nenhum proprietário ou usuário conhecido ou legal.
Suécia	- <u>Em andamento</u> . Um sistema com uma base de dados computadorizada mais desenvolvido e com informações regionais terá lugar em um a dois anos, para facilitar o planejamento regional e a priorização de inventários, investigações e trabalhos de remediação, além de servir de suporte para os licenciamentos em andamento.
Suíça	- <u>Sim</u> , as ASCs são registradas em cada um dos 23 estados (chamados Cantões). Não devem ser colocados no registro sítios que não estão poluídos com resíduo.

Quadro a-8. As autoridades são responsáveis pela investigação de áreas potencialmente contaminadas?

Alemanha	- <u>Sim</u> .
Áustria	- <u>Pela coordenação</u> . A Lei Federal para Limpeza de Sítios Contaminados (ALSAG) proveu ao Ministério Federal do Meio Ambiente, Juventude e Família, a coordenação a nível nacional.
Bélgica	- <u>Sim</u> , mas o sistema de "certificado do solo" que é requerido na transferência de propriedade propiciou o aumento do número de investigações voluntárias, e algumas vezes induzindo a remediações voluntárias, para evitar ser listado no registro de ACs.
Brasil	- <u>Parcialmente</u> , o Órgão Ambiental Estadual é responsável desde que haja uma denúncia ou suspeita de contaminação.
Canadá	- <u>Sim</u> .
Dinamarca	- <u>Sim</u> .
Espanha	- <u>Sim</u> .
EUA	- <u>Sim</u> .
França	- <u>Não</u> , apenas nos casos de sítios órfãos. No caso de uma instalação registrada ser suspeita de ser responsável por uma AC, a Prefeitura deve requerer que o operador realize as ações de investigação ou limpeza pedida pela Inspetoria de Instalações Registradas.
Grécia	- <u>Parcialmente</u> .
Holanda	- <u>Sim</u> , juntamente com o Setor Privado.
Hungria	- <u>Sim</u> .
Noruega	- <u>Não</u> .
Portugal	- <u>Parcialmente</u> .
Reino Unido	- <u>Sim</u> .
Rep. Tcheca	- <u>Parcialmente</u> .
Suécia	- <u>Sim</u> .
Suíça	- <u>Pela coordenação</u> .

Quadro a-9. As autoridades são responsáveis pela avaliação de risco de áreas suspeitas de contaminação?

Alemanha	- <u>Sim</u> .
Áustria	- <u>Pela coordenação</u> , de acordo com a Lei Federal de Limpeza de Sítios Contaminados (ALSAG).
Bélgica	- <u>Parcialmente</u> .
Brasil	- <u>Não</u> .
Canadá	- <u>Sim</u> .
Dinamarca	- <u>Sim</u> .
Espanha	- <u>Sim</u> .
EUA	- <u>Sim</u> .
França	- <u>Não</u> , apenas nos sítios órfãos. Em abril de 1996, o Ministério do Meio Ambiente instruiu os Prefeitos de departamentos a ordenar os proprietários de instalações registradas a realizarem investigações preliminares e avaliação de risco simplificada em seus sítios.
Grécia	- <u>Não</u> .
Holanda	- <u>Pela coordenação</u> . O Ministério da Habitação, Planejamento e Meio Ambiente (VROM) é responsável pela definição dos objetivos de qualidade do solo e procedimentos para a estimativa dos riscos específicos do sítio. O Instituto Nacional de Saúde Pública e Proteção Ambiental (RIVM) provém a base científica para os objetivos da qualidade do solo e os procedimentos para a avaliação de risco.
Hungria	- <u>Parcialmente</u> , nos casos em que o Governo tiver que responder pela remediação do sítio.
Noruega	- <u>Não</u> .
Portugal	- <u>Não</u> .
Reino Unido	- <u>Sim</u> .
Rep. Tcheca	- <u>Parcialmente</u> .
Suécia	- <u>Sim</u> .
Suíça	- <u>Parcialmente</u> , quando o Governo tiver que arcar com a remediação.

Quadro a-10. A legislação define responsabilidades quanto à remediação do sítio?

Alemanha	- <u>Sim</u> .
Áustria	- <u>Sim</u> . O Programa Nacional de Limpeza, coordenado pelo Ministério Federal do Meio Ambiente com os Governos Provincianos, é responsável por obrigar ações de remediação compulsórias pelas partes responsáveis nos casos urgentes.
Bélgica	- <u>Sim</u> . Sob o Decreto Flamengo, uma operação de limpeza declina para o operador ou o dono da terra onde a contaminação se deu. Nos casos de poluição nova, a obrigação é automática; nas poluições históricas, a obrigação apenas surge após uma ordem do governo para limpeza. O dono ou operador do sítio não é obrigado a conduzir a limpeza se puder provar que não causou a poluição (por negligência ou outra maneira), e que quando adquiriu a propriedade ele não estava ciente e não pôde estar ciente da poluição até o momento. O proprietário de um sítio com poluição histórica não é obrigado a efetuar uma limpeza se ele provar que o sítio poluído foi adquirido antes de 1993, e desde então tem sido usado exclusivamente para usos não comerciais mesmo quando ele deve ter tido conhecimento anterior da poluição.
Brasil	- <u>Parcialmente</u> .
Canadá	- <u>Sim</u> , o princípio do poluidor pagador é identificado na definição das obrigações para os responsáveis pela contaminação do sítio, num esforço para encorajar a prevenção à poluição.
Dinamarca	- <u>Sim</u> . De acordo com a Lei de Sítios Contaminados, as autoridades devem dar suporte às ações de remediação de sítios poluídos com óleo e resíduo de óleo até 1972, ou poluído com substâncias químicas até 1976, ou sítio de aterro posto em operação antes de 1974 e fechado antes de 1990. A legislação ambiental é baseada no princípio do poluidor pagador, mas de acordo com o estatuto do Alto Tribunal, o tempo de tais ações expira 20 anos após o poluidor ter cessado suas atividades.
Espanha	- <u>Sim</u> .
EUA	- <u>Sim</u> .
França	- <u>Sim</u> , baseada no princípio do poluidor pagador.
Grécia	- <u>Parcialmente</u> . A pessoa ou portador (ex.: autoridade local) responsável pela disposição do resíduo é encarregada dos custos da reabilitação ou reclamação do sítio de disposição, mas nos casos de sítios órfãos o custo deve ser coberto através de recursos públicos.
Holanda	- <u>Sim</u> , o poluidor e o dono/usuário são as partes principais responsáveis por garantir a qualidade do solo de um sítio, cabendo a eles o dever de iniciar a investigação e remediação, além de informar qualquer intenção para as autoridades pertinentes.
Hungria	- <u>Sim</u> , o princípio do poluidor pagador, sendo o governo responsável no caso dos sítios órfãos.
Noruega	- <u>Sim</u> , o princípio do poluidor pagador. Se este não puder ser identificado, o dono atual da terra deve ser responsável pelas investigações e ações de remediação.
Portugal	- <u>Sim</u> , de acordo com a legislação ambiental, os custos envolvidos na remediação de ACs devem ser pagos pelo poluidor, sendo que em algumas circunstâncias o Governo arca com parte do pagamento dos custos através de fundos públicos.
Reino Unido	- <u>Sim</u> , o princípio do poluidor pagador, a responsabilidade pelo pagamento das ações de remediação cabendo à pessoa que causou ou permitiu conscientemente a contaminação. Se o poluidor não puder ser descoberto, então a obrigação passa para o dono ou ocupante atual do sítio, exceto no caso de contaminação da água, que é conduzida por uma legislação separada para cobrir a proteção de recursos aquáticos. As Agências Ambientais são responsáveis em lidar com os "sítios especiais", que são sítios que já estiveram envolvidos com regulamento de controle da poluição, ou casos em que as Agências tem perícia e conhecimento históricos, ou referência de sensibilidades particulares.
Rep. Tcheca	- <u>Parcialmente</u> .
Suécia	- <u>Sim</u> . O responsável pelos custos da remediação primeiramente é a parte condutora da atividade, numa segunda instância o proprietário, caso ele tenha sabido ou descoberto a poluição por ocasião da compra da propriedade. Os proprietários são responsáveis apenas por compras após 1º de janeiro de 1999. A obrigação pela remediação não pode tornar-se bloqueada.
Suíça	- <u>Sim</u> , os custos da remediação geralmente são da responsabilidade do poluidor; o proprietário do sítio é excluído dos custos se ele não pôde ter conhecimento da contaminação e não levantará ganhos da remediação. O dono do sítio poluído é obrigado a empreender uma revisão histórica e uma investigação técnica do sítio baseado no programa aprovado pela autoridade.

Quadro a-11 As autoridades são responsáveis pela supervisão das medidas de controle?

Alemanha	- <u>Sim</u> .
Áustria	- <u>Sim</u> .
Bélgica	- <u>Sim</u> . Em Flanders, as operações de limpeza são supervisionadas pela Agência de Resíduo Público de Flanders (OVAM).
Brasil	- <u>Sim</u> .
Canadá	- <u>Sim</u> .
Dinamarca	- <u>Sim</u> .
Espanha	- <u>Sim</u> .
EUA	- <u>Sim</u> .
França	- <u>Sim</u> .
Grécia	- <u>Parcialmente</u> .
Holanda	- <u>Sim</u> , o Governo central é responsável pelo monitoramento das ações de remediação.
Hungria	- <u>Sim</u> .
Noruega	- <u>Sim</u> .
Portugal	- <u>Parcialmente</u> , um sistema de monitoramento está sendo montado para controle futuro e classificação dos sítios.
Reino Unido	- <u>Sim</u> .
Rep. Tcheca	- <u>Sim</u> .
Suécia	- <u>Sim</u> .
Suíça	- <u>Sim</u> .

Quadro a-12. O País tem uma estrutura provedora de fundos para a remediação de áreas contaminadas abandonadas?

Alemanha	- <u>Sim, capital público</u> , embora as estruturas administrativas possam variar em cada Estado.
Áustria	- <u>Sim, capital público</u> . O Ministério Federal do Meio Ambiente, da Juventude e da Família, provê fundos para os projetos de remediação das ACs registradas.
Bélgica	- <u>Sim, capital público e privado</u> .
Brasil	- <u>Não</u> .
Canadá	- <u>Sim, capital público</u> . De acordo com o Programa NCSRP, os governos federal, provincial e territorial devem responder pela limpeza de propriedades contaminadas de alto risco nos casos em que as partes responsáveis não podem ser descobertas ou quando o dono da propriedade é incapaz de financiar o projeto de remediação. Um orçamento de Can\$200 milhões foi alocado para a remediação de sítios órfãos para o período de 5 anos a partir de 1989, além de Can\$50 milhões para o Desenvolvimento e Demonstração de Tecnologia de Remediação de Sítios Contaminados (DESRT). Após este período, outros valores foram adicionados.
Dinamarca	- <u>Sim, capital público</u> .
Espanha	- <u>Sim, capital público e privado</u> . O Ministério do Meio Ambiente do governo central assinou contratos bilaterais com 17 Comunidades Autônomas para desenvolver o Plano Nacional de Remediação de Sítios Contaminados, em que cada parte provê 50% de fundos para a remediação de sítios públicos. As Comunidades Autônomas são responsáveis por contratar formalmente trabalhos de remediação e por monitorar o seu desenvolvimento.
EUA	- <u>Sim capital público</u> , o <i>Superfund</i> (ver seção 1.4.1.2).
França	- <u>Sim, capital público e privado</u> . Os fundos para a remediação de sítios órfãos é provido de uma taxa de resíduos industriais perigosos, taxada em 1998 a 40FF por ton de resíduos industriais tratados na instalação cobrada. Em 1998 a soma levantada foi de 100 milhões FF, alocados para a investigação e limpeza dos sítios, a cargo da Agência do Meio Ambiente e do Gerenciamento da Energia (ADEME). De 1989 a 1994, os fundos para a gestão dos sítios órfãos eram uma combinação vinda do Governo com a EPE (Empresas para o Meio Ambiente), uma associação de firmas industriais formada em 1992. A combinação do Governo e Setor Privado somavam 35 a 40 milhões FF por ano, o que era insuficiente, até a implementação da nova taxa de resíduo industrial em 1995. As Agências de Água também concedem empréstimos para investigação e limpeza do sítio.
Grécia	- <u>Não</u> .
Holanda	- <u>Sim, capital público e privado</u> . Baseado numa articulação entre o Governo e o Comitê de Indústria, o Setor Privado iniciou em 1993 um programa nacional (BBS) para uma investigação em larga escala e operações de remediação, com uma administração por Província e uma direção nacional. Um programa similar foi iniciado no setor de varejo petroquímico (SUBAT), com investigações em larga escala de sítios de postos de gasolina, onde medidas de proteção para prevenir a migração da poluição e remediação do sítio têm sido implementadas.
Hungria	- <u>Sim, capital público e privado</u> . Em 1996, 16% do programa de fundos públicos foram usados para a realização de tarefas gerais como a avaliação das fontes de contaminação e das ACs, 6% para consumir estas tarefas e 78% para a realização de tarefas individuais (investigação do dano, projetos de remediação de responsabilidade do governo e monitoramento local). A Agência de Privatização Estatal é encarregada de 2 subprogramas especializados: (1) a limpeza de antigas propriedades Soviéticas (áreas de uso anterior do exército); (2) contribui para a privatização de algumas companhias com seus investimentos amortecidos por problemas ambientais prévios, resultando em risco de contaminação acumulada (passivo ambiental).
Noruega	- <u>Parcialmente</u> . Não há uma estrutura específica provedora de fundos, mas o Governo tem desenvolvido um programa de gestão de ACs conseguindo atender à demanda financeira.
Portugal	- <u>Não</u> .
Reino Unido	- <u>Sim, capital público</u> , para o desenvolvimento de estratégias de inspeção, a investigação dos sítios e a remediação dos sítios órfãos.
Rep. Tcheca	- <u>Sim, capital público</u> . O Fundo de Propriedade Nacional fornece financiamento.
Suécia	- <u>Sim, capital público e privado</u> .
Suíça	- <u>Sim, capital público</u> . Em sítios que o poluidor não é mais identificável ou é incapaz de pagar e os custos não puderem ser passados para o proprietário, a responsabilidade cairá para os Cantões e taxas públicas. A Lei Federal de Proteção Ambiental deu autoridade ao Conselho Federal para introduzir uma taxa para financiar remediações. A taxa é cobrada na deposição de resíduos. A soma para a compensação não pode ultrapassar 40% dos custos da remediação, ficando um mínimo de 60% dos custos para serem cobertos pelos Cantões.

Quadro a-13. Qual o número estimado ou registrado de áreas potencialmente contaminadas?

Alemanha	- <u>Desconhecido</u> . A Alemanha não trabalha com estimativas, mas com agilidade nos registros, além de já incluir uma avaliação preliminar nos sítios registrados.
Áustria	- <u>24.155</u> sítios foram identificados até maio de 1996.
Bélgica	- <u>17.000</u> (12.000 em Flanders e 5.000 em Wallonia) APCs estimadas, sendo que 7.728 APCs (5.528 em Flanders e 2.200 em Wallonia) tinham sido registradas até fevereiro de 1998. Em Bruxelas, é desconhecido.
Brasil	- <u>Desconhecido</u> . Foram identificadas pela CETESB (1998) 41.000 áreas com potencial de contaminação do solo e das águas subterrâneas, só na RMSP.
Canadá	- <u>Desconhecido</u> .
Dinamarca	- <u>40.000</u> sítios até maio de 1999.
Espanha	- <u>18.000</u> sítios selecionados até maio de 1999.
EUA	- <u>950.000</u> sítios: 500.000 sítios de <i>Superfund</i> (baseado em avaliações de 1996) e cerca de 450.000 sítios de <i>brownfields</i> (estimativa de 1996).
França	- <u>Desconhecido</u> .
Grécia	- <u>Desconhecido</u> .
Holanda	- <u>Desconhecido</u> .
Hungria	- <u>Desconhecido</u> .
Noruega	- <u>Desconhecido</u> .
Portugal	- <u>Desconhecido</u> .
Reino Unido	- <u>Desconhecido</u> .
Rep. Tcheca	- <u>Desconhecido</u> .
Suécia	- <u>Desconhecido</u> .
Suíça	- <u>Desconhecido</u> .

Quadro a-14. Qual o número estimado ou registrado de áreas suspeitas de contaminação?

Alemanha	- <u>304.093</u> sítios foram registrados até dezembro de 1998, não incluídos os sítios militares contaminados e os sítios que foram estabelecimentos de produção de armamentos, o que somariam mais 33.738 e 3.240 respectivamente, totalizando 341.071 sítios.
Áustria	- <u>2.476</u> sítios foram registrados até janeiro de 1999.
Bélgica	- <u>Desconhecido</u> .
Brasil	- <u>Desconhecido</u> . Não foi possível conseguir dados.
Canadá	- <u>Desconhecido</u> .
Dinamarca	- <u>15.000</u> sítios, até maio de 1999.
Espanha	- <u>4.900</u> sítios registrados, até maio de 1999.
EUA	- <u>Desconhecido</u> .
França	- <u>200.000 a 300.000</u> sítios estimados, até dezembro de 1998.
Grécia	- <u>Desconhecido</u> . 3.500 sítios de aterros operando sem qualquer medida de proteção ambiental foram identificados em um primeiro inventário realizado em 1988, enquanto outros 1.500 sítios de aterros estavam operando com algumas regras. Este números não incluíam sítios contaminados industrialmente.
Holanda	- <u>Desconhecido</u> .
Hungria	- <u>10.000</u> ASCs, aonde a limpeza teria sido um imperativo por anos ou décadas.
Noruega	- <u>3.350</u> ASCs registradas, até maio de 1999.
Portugal	- <u>Desconhecido</u> .
Reino Unido	- <u>Desconhecido</u> .
Rep. Tcheca	- <u>13.200</u> ASCs estimadas, até maio de 1999.
Suécia	- <u>12.000</u> ASCs foram identificadas até maio de 1999.
Suíça	- <u>50.000</u> sítios. Já estavam 75% registrados nos Cantões e no Departamento Federal de Defesa em fevereiro de 1998.

Quadro a-15. Qual o número estimado ou registrado de áreas contaminadas?

Alemanha	- <u>Desconhecido</u> .
Áustria	- <u>5.000 a 10.000</u> ACs foram estimadas em maio de 1996.
Bélgica	- <u>5.635</u> ACs registradas (5.528 sítios através de 8.000 lotes em Flanders, e mais 107 sítios em Wallonia), em fevereiro de 1998.
Brasil	- <u>Desconhecido</u> . Não foi possível conseguir dados.
Canadá	- <u>Desconhecido</u> .
Dinamarca	- <u>4.455</u> ACs foram registradas até março de 1999.
Espanha	- <u>2.040</u> ACs, até março de 1999.
EUA	- <u>517 000</u> sítios, sendo que 217.000 ainda requeriam remediação, para os quais os contratos ainda não haviam sido emitidos, excluídos os sítios de <i>brownfields</i> (avaliação de 1996).
França	- <u>1.721</u> sítios: 1.021 ACs referente à situação de dezembro de 1996, excluídos os Tanques de Armazenamento Subterrâneo (combustíveis), que em 1994 foram identificados 700 ACs.
Grécia	- <u>Desconhecido</u> .
Holanda	- <u>110.000</u> sítios seriamente contaminados estimados em 1998, para os quais foram inicialmente estimados custos de 50 bilhões EURO, estando a Holanda gastando atualmente 0,5 bilhões EURO por ano, o que levaria 100 anos para terminar a operação. Com a nova política, são estimados custos de 15-25 bilhões EURO e um prazo estimado de 25 anos para tornar os sítios satisfatórios para uso.
Hungria	- <u>200</u> ACs foram registradas até o início de 1999, caracterizando-se por 86% colocar em perigo o solo e águas subterrâneas, e em menor grau o ar e águas superficiais.
Noruega	- <u>2.100</u> sítios registrados, até março de 1999.
Portugal	- <u>Desconhecido</u> .
Reino Unido	- <u>Desconhecido</u> . Em 1996, a extensão de ACs foi estimada de 50.000 a 250.000 ha.
Rep. Tcheca	- <u>1.273</u> sítios, estimados até março de 1999.
Suécia	- <u>22.000</u> ACs foram estimadas até março de 1999, inclusive postos de gasolina, sítios militares e sítios de disposição de resíduos municipais.
Suíça	- <u>3.500</u> ACs, até março de 1999.

Quadro a-16. Qual o tipo de área potencialmente contaminada, área suspeita de contaminação ou área contaminada predominante?

Alemanha	- <u>Sítios industriais</u> abandonados. De 304.093 ASCs, 197.779 (65%) são sítios industriais abandonados e 106.314 (35%) são sítios de disposição de resíduos abandonados.
Áustria	- <u>Sítios de disposição de resíduos</u> . De 2.476 ASCs, 2.303 (93%) são de aterros e 173 (7%) são sítios industriais.
Bélgica	- <u>Sítios de disposição de resíduos</u> . No final de 1995, na Região de Flanders, das 3.000 APCs registradas, 43% eram caracterizadas por antigos aterros e 30% de sítios industriais antigos.
Brasil	- <u>Sítios de disposição de resíduos</u> , principalmente lixões e disposições ilegais. O número de casos de sítios industriais desativados, embora menor, superam em gravidade e extensão.
Canadá	- <u>Sítios industriais</u> .
Dinamarca	- <u>Sítios de disposição de resíduos</u> , especialmente aterros contendo resíduos químicos.
Espanha	- <u>Sítios industriais</u> . As regiões mais seriamente afetadas pelo desenvolvimento industrial são: Catalunha, Astúrias, País Basco e Galícia.
EUA	- <u>Sítios industriais</u> : tanques de armazenamento subterrâneos (USTs). Em fevereiro de 1999 foram informadas 385.000 liberações confirmadas, 327.000 ações de limpeza iniciadas e 211.000 ações de limpeza completadas.
França	- <u>Sítios industriais</u> : tanques de armazenamento subterrâneos (USTs).
Grécia	- <u>Sítios de disposição de resíduos</u> .
Holanda	- <u>Sítios em uso (industriais ou de disposição de resíduos)</u> .
Hungria	- <u>Sítios industriais</u> . ACs com metais pesados.
Noruega	- <u>Sítios de disposição de resíduos</u> .
Portugal	- <u>Sítios de disposição de resíduos</u> . Lixões abertos com resíduos municipais e químicos.
Reino Unido	- <u>Sítios industriais</u> .
Rep. Tcheca	- <u>Sítios de disposição de resíduos</u> , principalmente lixões e disposições ilegais.
Suécia	- <u>Sítios industriais</u> .
Suíça	- <u>Sítios industriais</u> representam 50% do número estimado de ACs, sítios de aterros ou de disposição de resíduos representam 46%, e sítios de locais de acidente perfazem 4%.

Quadro a-17. Qual o número de áreas contaminadas que estão em processo de remediação ou que já foram restauradas no País?

Alemanha	- <u>Desconhecido.</u>
Áustria	- <u>97</u> projetos de remediações nos últimos dez anos (até janeiro de 1999), que consumiram cerca de US\$ 283 milhões de fundos. Até maio de 1996, 38 atividades de remediação haviam sido empreendidas.
Bélgica	- <u>86</u> sítios (70 em Flanders e 16 em Wallonia) foram beneficiados pelo Programa de Remediação, até fevereiro de 1998.
Brasil	- <u>Desconhecido.</u> Não foi possível conseguir dados.
Canadá	- <u>Desconhecido.</u>
Dinamarca	- <u>800</u> sítios estavam em processo de remediação até março de 1997, sendo que em março de 1999, 98 sítios já tinham sido retirados do registro de ACs devido a atividades de limpeza.
Espanha	- <u>275</u> sítios estavam sendo remediados em março de 1999.
EUA	- <u>300.000</u> ARs.
França	- <u>232</u> sítios em dezembro de 1997, excluídos os sítios de USTs.
Grécia	- <u>Desconhecido.</u>
Holanda	- <u>Desconhecido.</u>
Hungria	- <u>17</u> áreas estão em processo de remediação.
Noruega	- <u>99</u> sítios a que foram dados prioridade, tiveram ações de remediação iniciadas.
Portugal	- <u>Desconhecido.</u>
Reino Unido	- <u>Desconhecido.</u>
Rep. Tcheca	- <u>203</u> ARs.
Suécia	- <u>Desconhecido.</u>
Suíça	- <u>200</u> ARs.

Quadro a-18. Qual o método ou tecnologia de remediação tem sido mais usado no País?

Alemanha	- <u>Métodos convencionais</u> em cerca de 50% das remediações, como consequência dos custos.
Áustria	- <u>Métodos convencionais.</u> Métodos de remediação em uso: escavação (24); extração de vapor do solo/bioventing (18); remediação de água do subsolo (11); lavagem do solo (4); tratamento térmico (4); tratamento biológico (4); imobilização (4); bioremediação (2). Métodos de salvaguarda em uso: medidas hidráulicas (38); enclausuramento (32); cobertura de aterro (29); bombeamento e tratamento (20); seleção do material no local (9). Em alguns casos, é usada a combinação de várias tecnologias de tratamento.
Bélgica	- <u>Métodos convencionais.</u>
Brasil	- <u>Métodos convencionais.</u>
Canadá	- <u>Métodos convencionais.</u>
Dinamarca	- <u>Métodos convencionais.</u>
Espanha	- <u>Desconhecido.</u>
EUA	- <u>Métodos convencionais e técnicas in situ.</u>
França	- <u>Métodos convencionais.</u> De acordo com dados de projetos de remediação realizados em dezembro de 1997: Isolamento no local - 60 casos; Aterramento - 44 casos; Biotratamento - 29 casos; Térmico/incineração - 29 casos; Atenuação natural - 15 casos; Estabilização - 12 casos; Lavagem do solo - 10 casos; Outros - 33 casos.
Grécia	- <u>Métodos convencionais.</u>
Holanda	- <u>Métodos convencionais e técnicas in situ.</u> NOBIS é um programa holandês de pesquisa de biorremediação <i>in situ</i> , de cooperação pública-privada, que foi fundado em dezembro de 1994 para prosseguir até 1999, com o objetivo de reduzir os custos de remediação do solo através da aplicação de técnicas <i>in situ</i> biotecnológicas em larga escala, e para fortalecer a posição de exportação da indústria e comércio holandeses.
Hungria	- <u>Desconhecido</u>
Noruega	- <u>Técnicas ex situ e técnicas in situ.</u>
Portugal	- <u>Métodos convencionais.</u>
Reino Unido	- <u>Métodos convencionais,</u> mas tem aumentado a evidência de tecnologias <i>ex situ</i> e <i>in situ</i> .
Rep. Tcheca	- <u>Técnicas ex situ e técnicas in situ.</u>
Suécia	- <u>Métodos convencionais.</u>
Suíça	- <u>Métodos convencionais.</u>

Quadro a-19. O País tem algum programa de redesenvolvimento de *brownfields*?

Alemanha	- <u>Em andamento</u> . A Agência Ambiental Federal é a coordenadora do Grupo de Trabalho 1 em CLARINET: WG 1 - <i>Brownfields</i> /Redesenvolvimento de Áreas Urbanas.
Áustria	- <u>Não</u> .
Bélgica	- <u>Sim</u> . Em Wallonia, desde 1978 um sistema de registro tem existido para sítios de <i>brownfields</i> visando o seu redesenvolvimento.
Brasil	- <u>Não</u> .
Canadá	- <u>Não</u> .
Dinamarca	- <u>Não</u> .
Espanha	- <u>Não</u> .
EUA	- <u>Sim</u> , as iniciativas de <i>brownfields</i> tornaram-se proeminentes tanto a nível federal quanto a nível estadual. A U.S. EPA fundou 250 Estudos Pilotos de Avaliação de <i>Brownfields</i> e 16 projetos <i>Showcase Communities</i> , para estimular o trabalho na área.
França	- <u>Sim</u> , na Região Norte e na Região de Lorraine.
Grécia	- <u>Não</u> .
Holanda	- <u>Não</u> .
Hungria	- <u>Não</u> .
Noruega	- <u>Não</u> .
Portugal	- <u>Não</u> .
Reino Unido	- <u>Sim</u> .
Rep. Tcheca	- <u>Não</u> .
Suécia	- <u>Não</u> .
Suíça	- <u>Não</u> .

Cálculos Numéricos

Quadro a-20. Superfície da Região Metropolitana de São Paulo por Área Potencialmente Contaminada

RM	Superfície (km ²)	n.º de APC	km ² por APC (km ²)
RMSP	7.951	41.000	0,19

Obs.: n.º de APCs na RMSP = 41.000 (CETESB, 1998)

Quadro a-21. Superfície do País por Área Potencialmente Contaminada

País	Superfície (km ²)	n.º de APC	km ² por APC (km ²)
Áustria	83.858	24.155	3,47
Bélgica	30.510	17.000	1,79
Dinamarca	43.094	40.000	1,08
Espanha	504.750	18.000	28,04
Estados Unidos	8.093.678	950.000	8,52

Obs.: APC = área potencialmente contaminada km² p/ APC = superfície ÷ n.º de APC

Quadro a-22. Superfície do País por Área Suspeita de Contaminação

País	Superfície (km ²)	n.º de ASC	km ² por ASC
Alemanha	356.910	304.093	1,17
Áustria	83.858	2.476	33,87
Dinamarca	43.094	15.000	2,87
Espanha	504.750	4.900	103,01
França	547.030	300.000	1,83
Hungria	93.030	10.000	9,31
Noruega	324.220	3.350	96,78
República Tcheca	78.703	13.200	5,96
Suécia	449.964	12.000	37,49
Suíça	41.290	50.000	0,83

Obs.: ASC = área suspeita de contaminação

km² p/ ASC = superfície ÷ n.º de ASC

Quadro a-23. Superfície do País por Área Contaminada

País	Superfície (km ²)	n.º de AC	km ² por AC
Áustria	83.858	10.000	8,38
Bélgica	30.510	5.635	5,42
Dinamarca	43.094	4.455	9,67
Espanha	504.750	2.040	247,43
Estados Unidos	8.093.678	517.000	15,66
França	547.030	1.721	317,86
Holanda	41.532	110.000	0,38
Hungria	93.030	200	465,15
Noruega	324.220	2.100	154,39
República Tcheca	78.703	1.273	61,83
Suécia	449.964	22.000	20,45
Suíça	41.290	3.500	11,79

Obs.: AC = área contaminada

km² p/ AC = superfície ÷ n.º de AC

Quadro a-24. Percentual de Áreas Contaminadas que Estão em Processo de Remediação ou que já Foram Restauradas e Número de Áreas Contaminadas à Espera de Remediação

País	n.º de AC	n.º de ARs	n.º de ACs à espera de remediação	Percentual de ARs (%)
Áustria	10.000	97	9.903	0,97
Bélgica	5.635	86	5.549	1,53
Dinamarca	4.455	800	3.655	17,96
Espanha	2.040	275	1.765	13,48
Estados Unidos	517.000	300.000	217.000	58,03
França	1.721	232	1.489	13,48
Hungria	200	17	183	8,5
Noruega	2.100	99	2.001	4,72
República Tcheca	1.273	203	1.070	15,95
Suíça	3.500	200	3.300	5,72

Obs.: AC = área contaminada; AR= área contaminada que está em processo de remediação ou já foi restaurada

ANEXO B. Bibliografia Suplementar

Obs.: O acesso a algumas das referências bibliográficas que estão com o endereço eletrônico via Internet, exige a instalação do programa *Adobe Acrobat Reader*. Pode ser feito o *download* gratuitamente no *site* <<http://www.adobe.com/products/acrobat/readstep.html>>.

ACS/RFF (American Chemical Society / Resources for the Future), 1998. *Understanding Risk Analysis, A short guide for health, safety, and environmental policy making*. Internet Edition, Washington, DC: Office of Legislative & Government Affairs, ACS. 18 October 1998 <http://www.rff.org/misc_docs/risk_book.htm>.

ALFRED UNIVERSITY, 1998. *What Happened at Love Canal?* Alfred, NY: NYS College of Ceramics, Alfred University. 6 May 2000 <<http://cems.alfred.edu/students98/allansm/Onemoretry.html>>.

ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry), 1993. *ATSDR Cancer Policy Framework*. Atlanta, GA: ATSDR, Public Health Service, U.S. Department of Health and Human Services. 31 October 1998 <<http://www.atsdr.cdc.gov/cancer.html>>.

ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry), 1994a. *Board of Scientific Counselors*. Minutes of the Meeting, 14-15 April 1994. Atlanta, GA: ATSDR, Public Health Service, U.S. Department of Health and Human Services. 31 October 1998 <<http://www.atsdr.cdc.gov/m123.html>>.

ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry), 1994b. *Environmental Data Needed for Public Health Assessments: A guidance manual*. Atlanta, GA: ATSDR, Public Health Service, U.S. Department of Health and Human Services. 15 September 1998 <<http://www.atsdr.cdc.gov/ednpha.html>>.

ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry), 1995a. *Analysis Paper: Impact of Lead-Contaminated Soil on Public Health*. Atlanta, GA: ATSDR, Public Health Service, U.S. Department of Health and Human Services. 15 September 1998 <<http://www.atsdr.cdc.gov/cxlead.html>>.

ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry), 1995b. *Case Studies in Environmental Medicine: Lead Toxicity*. Atlanta, GA: ATSDR, Public Health Service, U.S. Department of Health and Human Services. 31 October 1998 <<http://www.atsdr.cdc.gov/HEC/caselead.html>>.

ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry), 1996. *ATSDR Fact Sheet*. Atlanta, GA: ATSDR, Public Health Service, U.S. Department of Health and Human Services. 31 October 1998 <<http://www.atsdr.cdc.gov/jobs/atsdr-fs.html>>.

ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry), 1998a. *ATSDR Glossary of Terms*. Atlanta, GA: ATSDR, Public Health Service, U.S. Department of Health and Human Services. 19 June 1999 <<http://www.atsdr.cdc.gov/glossary.html>>.

ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry), 1998b. *ATSDR Minority Health Program*. Atlanta, GA: ATSDR, Public Health Service, U.S. Department of Health and Human Services. 31 October 1998 <<http://www.atsdr.cdc.gov/mentmhp1.html>>.

ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry), 1998c. *1997 CERCLA Priority List of Hazardous Substances*. Atlanta, GA: Division of Toxicology, ATSDR, Public Health Service, U.S. Department of Health and Human Services. 15 September 1998 <<http://www.atsdr.cdc.gov/97list.html>>.

- ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry), 1998d. Enhancement of local Public Health Departments participation in brownfields decisions and actions; notice of availability of funds. *Federal Register*, 63(126): 35933-35937. 15 September 1998 <<http://www.epa.gov/swerosps/bf/partnr.htm#atsdr>>.
- ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry), 1998e. *Substances Most Frequently Found in Completed Exposure Pathways (CEPs) at Hazardous Waste Sites* The 1997 ATSDR CEP site count report. Atlanta, GA: ATSDR, Public Health Service, U.S. Department of Health and Human Services. 15 September <<http://www.atsdr.cdc.gov/97cep.html>>.
- AUSTRIAN ENVIRONMENT AGENCY, 2000. *CLARINET Contaminated Land Rehabilitation Network for Environmental Technologies, 3rd Progress Report*. Reporting Period: 01/07/99-31/12/99. Vienna: Austrian Environment Agency. 2 April 2000 <<http://www.clarinet.at/library/library.htm>>.
- BARDOS, R. P., 1997. *Using Treatment Process in Contaminated Land Remediation*. Presented at the Society for Chemical Industry Conference: Remediation of Contaminated Soils and Sediments, SCI, London, 4 June 1997. SCI Lecture Papers Series, Paper n.º 0088, ISSN 1353-114X. 25 October 1998 <<http://www.r3-bardos.demon.co.uk/papers/onlinereps.html>>.
- BARDOS, R. P., 1998. *Overview of State of the Art Remediation Technologies*. Presented at the Environment Agency & British Geological Survey Interactive Workshop: Cooperating to Manage Contaminated Land, 3-4 November 1998, British Geological Survey, Keyworth, Nottingham. 2 April 2000 <<http://www.r3-bardos.demon.co.uk/papers/onlinereps.html>>.
- BARDOS, R. P.; LOWE, M. & BAVERSTOCK, A., 1999a. UK participation in CLARINET: the contaminated land rehabilitation network for environmental technologies. *Land Contamination & Reclamation*, 7(4):237-243. 2 April 2000 <<http://www.r3bardos.demon.co.uk/papers/onlinereps.html>>.
- BARDOS, R. P.; MARTIN, I. D. & KEARNEY, T., 1999b. *Framework for Evaluating Remediation Technologies*. Presented at the IBC's 10th Conference: Contaminated Land, 5 July, Royal Marsden NHS Trust, London: IBC Technical Services Ltd. 2 April 2000 <<http://www.r3-bardos.demon.co.uk/papers/onlinereps.html>>.
- BARDOS, R. P. & VAN VEEN, I. H. J., 1995. Review of longer term or extensive treatment technologies. *Land Contamination & Reclamation*, 4(1):19-36. 25 October 1998 <<http://www.r3-bardos.demon.co.uk/papers/onlinereps.html>>.
- BARON, J.; GOWDA, R. & KUNREUTHER, H., 1993. Attitudes toward managing hazardous waste: what should be cleaned up and who should pay for it? *Risk Analysis*, 13(2):183-192.
- BARTON, J. P., 1996. *Brownfields Development: the Implications for Urban Infrastructure - Brownfields project description*. Pittsburgh, PA: Department of Civil and Environmental Engineering, Carnegie Mellon University. 17 October 1998 <<http://www.ce.cmu.edu/Brownfields/nsf/dproject.htm>>.
- BECK, E. C., 2000. The Love Canal Tragedy. *EPA Journal*, January, 1979. Washington, DC: History Office, U.S. EPA. 6 May 2000 <<http://www.epa.gov/history/topics/lovecanal/01.htm>>.
- BENAVIDES, L., 1997. *Guia para la Definicion y Clasificacion de Residuos Peligrosos*. Lima: CEPIS/OPS/OMS/GTZ. 20 June 1999 <<http://www.cepis.org.pe/eswww/fulltext/gtz/defclarp/guiares.html>>.
- BENAVIDES, L. & RISSO, W., 1997. *HDT 46: Gestion de Residuos Peligrosos y el Programa Regional del CEPIS*. Lima: CEPIS/OPS/OMS. 20 June 1999 <<http://www.cepis.org.pe/eswww/proyecto/repdisc/publica/hdt/hdt046.html>>.
- BORD, R. J. & O'CONNOR, R. E., 1992. Determinants of risk perceptions of a hazardous waste site. *Risk Analysis*, 12(3):411-416.

- BRAGA, A. M. C. B.; ALBUQUERQUE, H. & MEIRELLES, L. C., 1994. *Contaminação Ambiental por Hexaclorociclohexano na Cidade dos Meninos - Duque de Caxias, Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro: Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz.
- BROWNER, C. M., 1997. *Policy for Risk Characterization at the U.S. Environmental Protection Agency*. Washington, DC: Science Policy Council, U.S. Environmental Protection Agency. 17 October 1998 <<http://www.epa.gov/ORD/spc/rcpolicy.htm>>.
- CANTER, L. W., 1989. *Environmental Risk Assessment and Management: A literature review*. Metepec, México: Pan American Center for Human Health and Ecology, Pan American Health Organization, World Health Organization.
- CARACAS/NICOLE (Concerted Action on Risk Assessment for Contaminated Sites in the European Union/Network for Industrially Contaminated Land in Europe), 1997. *CARACAS/NICOLE Joint Statement: Towards a Better Future*. 12 October 1998 <<http://www.nicole.org/nicole2/publications/NICOLEindex.shtml>>.
- CCME (Canadian Council of Ministers of the Environment), 1994. *The National Contaminated Sites Remediation Program: Subsurface Assessment Handbook for Contaminated Sites*. Report CCME EPC-NCSR-48E.
- CEPIS (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria), 1998a. *Disposal of Hazardous and Special Wastes*. Lima: CEPIS/OPS/OMS. 19 June 1999 <<http://www.cepis.org.pe/muwwww/fulltext/repind49/lesson9/lesson9.html>>.
- CEPIS (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria), 1998b. *Red Panamericana de Manejo Ambiental de Residuos - REPAMAR: Concepción de la REPAMAR*. Proyecto n.º 89.2135.5-06.300. Lima: CEPIS/OPS/GTZ.
- CEPIS (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria), 1998c. *Red Panamericana de Manejo Ambiental de Residuos - REPAMAR: Organización de la REPAMAR*. Proyecto n.º 89.2135.5-06.300, Tercera fase. Lima: CEPIS/OPS/GTZ.
- COHEN, J. T.; BECH, B. D. & RUDEL, R., 1997. Life years lost at hazardous waste sites: remediation worker fatalities vs. cancer deaths to nearby residents. *Risk Analysis*, 17(4):419-425.
- DEL BINO, G.; ACEVEDO, J.; AMANATIDIS, G.; ANGELETTI, G.; BARTH, H.; BÜSING, J.; CATIZZONE, M.; NOLAN, C. & VENNEKENS, J., 1997. *Environmental Change Impacts and Environmental Technologies: Activities and recent results*. EUR 18022. Brussels: Environment & Climate Programme - DGXII-D1, European Commission. 30 June 1999 <<http://europa.eu.int/comm/research/envsc/change.pdf>>.
- EUROPEAN COMMISSION, 1998a. EU Control of Chemicals. *Enlarging the Environment*, issue n.º 12, August 1998. Brussels: DGXI, European Commission. 30 June 1999 <<http://europa.eu.int/comm/environment/news/enlarg/index.htm>>.
- EUROPEAN COMMISSION, 1998b. Report on Risk Assessment Procedures Used in the Field of Civil Protection and Rescue Services in Different European Union Countries and in Norway. Brussels: Civil Protection Unit, DG XI, European Commission. 30 June 1999 <<http://europa.eu.int/en/comm/environment/civil/pdfdocs/cpact02b.pdf>>.
- GIBBS, L. M., 1998. Washington, 20 years after Love Canal. *The Seattle Times*. 1 October. 6 May 2000 <http://www.seattletimes.com/news/editorial/html98/altdiox_100198.html>.
- GREENBERG, M. & LEWIS, J., 1999. *Brownfields Redevelopment, Preferences and Public Involvement: A Case Study of an Ethnically Mixed Neighborhood*. New Jersey: National Center for Neighborhood and Brownfields Redevelopment, Bloustein School of Planning and Public Policy, Rutgers University. 16 April 2000 <<http://policy.rutgers.edu/brownfields/abstracts.html#preferences>>.

- IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis), 2000. *Rede Brasileira de Manejo Ambiental de Resíduos - REBRAMAR*. Brasília: IBAMA, MMA. 23 Março 2000 <<http://www.ibama.gov.br/~rebramar/apresenta.htm>>.
- JAUZEIN, M., 1996. *Contaminant Behavior and Risk Assessment*. NICOLE Workshop, 7-8 November 1996. Nancy, France: IRH, NICOLE Working Group Report WG 2 . 25 October 1998 <<http://www.nicole.org/nicole2/publications/NICOLEindex.shtml>>.
- JOHNSON, B. L., 1995. *Public Health Provisions of Superfund - Section 104 (i)*. Congressional Testimony, 26 October. Atlanta, GA: Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Public Health Service, U.S. Department of Health and Human Services. 18 October 1998 <<http://www.atsdr.cdc.gov/test1026.html>>.
- JOHNSON, B. L. & DEROSA, C. T., 1997. The Toxicologic Hazard of Superfund Hazardous Waste Sites. *Reviews on Environmental Health*, vol. 12, n.º 4: pp. 235-251, Atlanta, GA: Freund Publishing House Ltd./ Agency for Toxic Substances and Disease Registry. 18 October 1998 <<http://www.atsdr.cdc.gov/toxhazsf.html>>.
- KUNREUTHER, H., 1991. Managing hazardous waste: past, present, and future (Workshop on Hazardous Waste at University of Pennsylvania, Philadelphia, Pennsylvania). *Risk Analysis*, 11(1):19-26.
- LAWS, E. P. & HERMAN, S. A., 1996. *Interim Approaches for Regional Relations with State Voluntary Cleanup Programs*. Memorandum. Washington, DC: Office of Solid Waste and Emergency Response, U.S. Environmental Protection Agency. 1 November 1998 <<http://www.epa.gov/swerosps/bf/gdc.htm#vc>>.
- LEBEAULT, J-M., 1997. *Control Methods (Remediation and Containment)*. NICOLE Workshop, 17-18 April 1997. Compiègne: Université de Technologie de Compiègne, NICOLE Working Group Report: WG 3. 25 October 1998 <<http://www.nicole.org/nicole2/publications/NICOLEindex.shtml>>.
- LEENAERS, H., 1997. *Site Assessment and Characterisation*. NICOLE Workshop, 22-23 January 1997. Apeldoorn, The Netherlands: TNO-MEP, NICOLE Working Group Report: WG 1. 25 October 1998 <<http://www.nicole.org/nicole2/publications/NICOLEindex.shtml>>.
- LIMA, F. J. F.; COURA, L. R.; PASSOS, J. A. L. & RIBEIRA, H. L., 1999. Tratamento biológico de solos contaminados e resíduos perigosos. *Saneamento Ambiental*, 56:34-38.
- LIMA, L. M. Q., 1992. Recuperação de áreas degradadas por resíduos. *Saneamento ambiental*, 18:34-37.
- MILLER, T.; GREENBERG, M.; LOWRIE, K. & MAYER, H., 2000. *Brownfields Redevelopment as a Tool for Smart Growth: Analysis of Nine New Jersey Municipalities*. Report 12 (for the Office of State Planning, New Jersey Department of Community Affairs). New Jersey: National Center for Neighborhood and Brownfields Redevelopment, Bloustein School, Rutgers University. 16 April 2000 <<http://www.state.nj.us/osp/brownfld/rcprint.htm>>.
- MITCHELL, J. V., 1992. Perception of risk and credibility at toxic sites. *Risk Analysis*, 12(1):19-26.
- NEW JERSEY, 1998. *Brownfield and Contaminated Site Remediation Act* (P.L. 1997, c.278), as Amended by P.L. 1998, c.44, 30 June 1998. New Jersey: Senate and General Assembly of the State of New Jersey. 3 June 1999 <<http://www.state.nj.us/osp/doc/law/97bcra.htm>>.
- NGA (National Governors' Association), 1997. *State Initiatives in Brownfield Redevelopment*. Natural Resources Policy Studies Division, NGA / Office of Outreach and Special Projects, U.S. Environmental Protection Agency. 17 October 1998 <<http://www.nga.org/Pubs/IssueBriefs>>.

- NICOLE (Network for Industrially Contaminated Land in Europe), 1999. *NICOLE-CLARINET Workshop on Natural Attenuation*. Workshop Summary, 9 June 1999, Copenhagen: NICOLE. 20 November 1999 <<http://www.nicole.org/nicole2/publications/NICOLEindex.shtml>>.
- NICOLE NEWS, 1997. Newsletter of the Network of Industrially Contaminated Land in Europe, a concerted action of the EC Environment and Climate Research and Development Programme. *NICOLE News*, vol. 1, n.º 2, February, 1997. Nottingham, UK: Centre for Research into the Built Environment, The Nottingham Trent University. 25 October 1998 <<http://www.nicole.org/nicole2/publications/NICOLEindex.shtml>>.
- NJDEP (New Jersey Department of Environmental Protection), 1997. *Site Information Problem - Frequently Asked Questions*. Trenton, NJ: Site Information Program, Site Remediation Program, NJDEP. 3 June 1999 <http://www.state.nj.us/dep/srp/bcr/sip_faq.html>.
- NJDEP (New Jersey Department of Environmental Protection), 1998a. *Guidance Document for the Remediation of Contaminated Soils*. Trenton, NJ: Site Remediation Program, NJ Department of Environmental Protection, State of New Jersey. 30 May 1999 <<http://www.state.nj.us/dep/srp/regs/guidance.htm#soilguide>>.
- NJDEP (New Jersey Department of Environmental Protection), 1998b. *New Jersey Brownfields Redevelopment Update: Contaminated Site Cleanup and Reuse 1998*. Trenton, NJ: Site Remediation Program, NJDEP. 3 June 1999 <<http://www.state.nj.us/dep/srp/publications/brownfields/1998index.html>>.
- NJDEP (New Jersey Department of Environmental Protection), 1999a. *Guide to the Industrial Recovery Act*. Trenton, NJ: Division of Responsible Party Site Remediation, NJ Department of Environmental Protection. 30 May 1999 <<http://www.state.nj.us/dep/srp/regs/guidance.htm#isragide>>.
- NJDEP (New Jersey Department of Environmental Protection), 1999b. Soil cleanup criteria. In: *Cleanup Standards for Contaminated Sites*, tables 3-2 and 7-1. New Jersey: NJDEP. 3 June 1999 <<http://www.state.nj.us/dep/srp/regs/guidance.htm#njsec>>.
- NJOSP (New Jersey Office of State Planning), 2000. *Resource Guide: New Jersey Brownfields, A New Opportunity*. New Jersey: New Jersey Brownfields Program, NJOSP, Department of Community Affairs. 16 April 2000 <<http://www.state.nj.us/osp/brownfld/rgprint.htm>>.
- OLIVEIRA, R. M.; BRILHANTE, O. M.; MOREIRA, J. C. & MIRANDA, A. C., 1995. Contaminação por hexaclorociclohexanos em área urbana da região Sudeste do Brasil. *Revista Saúde Pública*, 29(3): 228-233.
- SALOMONS, W., 1995. Long-term strategies for handling contaminated sites and large-scale areas. In: *Biodynamics of Pollutants in Soils and Sediments, Risk assessment of delayed and non-linear responses* (W. Salomons & W. M. Stigliani orgs.). pp. 1-30, Berlin/Heidelberg/New York: Ed. Springer.
- SMITH, A. H.; SCIORTINO, S.; GOEDEN, H. & WRIGTH, C. C., 1996. Consideration of background exposures in the management of hazardous waste sites: a new approach to risk assessment. *Risk Analysis*, 16(5):619-625.
- STIGLIANI, W. M., 1995. Global perspectives and risk assessment. In: *Biodynamics of Pollutants in Soils and Sediments, Risk assessment of delayed and non-linear responses* (W. Salomons & W. M. Stigliani orgs.). pp. 331-343, Berlin/Heidelberg/New York: Ed. Springer.
- SUTER II, G. W., 1996. *Risk Characterization for Ecological Risk Assessment of Contaminated Sites, for the U.S. Department of Energy*. ES/ER/TM-200. Oak Ridge, Tennessee: Oak Ridge National Laboratory. 8 April 2000 <<http://www.epa.gov/superfund/programs/risk/tooleco.htm#CEE>>.

- THE WHITE HOUSE, 1998. *Vice President Gore Names 16 "Showcase Communities" under "Brownfields" Program*. Washington, DC: Office of the Vice President, The White House. 17 October 1998 <http://www.epa.gov/swerosps/bf/html-doc/pr_show.htm>.
- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1992a. *Guidelines for Exposure Assessment*. EPA/600Z-92/001. Washington, DC: Office of Health and Environmental Assessment, U.S. EPA. 17 October 1998 <<http://www.epa.gov/ncea/exposure.htm>>.
- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1992b. The role of natural resource trustees in the superfund process. *Eco Update*, intermittent bulletin, vol. 1 n.º 3, March. Washington, DC: Office of Emergency and Remedial Response, U.S. EPA. 21 November 1999 <<http://www.epa.gov/superfund/programs/risk/ecoup/index.htm>>.
- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1994a. Field studies for ecological risk assessment. *Eco Update*, intermittent bulletin, vol. 2, n.º 3, March. Washington, DC: Office of Emergency and Remedial Response, U.S. EPA. 21 November 1999 <<http://www.epa.gov/superfund/programs/risk/ecoup/index.htm>>.
- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1994b. *Managing Ecological Risks at EPA: Issues and Recommendations for Progress*. EPA/600/R/94/183. Washington, DC: Office of Research and Development / Office of Policy, Planning and Evaluation, U.S. EPA. 8 April 2000 <<http://www.epa.gov/ordntrnt/ORD/ecorisk.html>>.
- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1994c. *Role of the Ecological Risk Assessment in the Baseline Risk Assessment*. OSWER Directive N.º 9285.7-17. Washington, DC: Office of Solid Waste and Emergency Response, U.S. EPA. 8 April <<http://www.epa.gov/superfund/programs/risk/tooleco.htm#GG>>.
- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1995a. *Guidance for Community Advisory Groups at Superfund Sites*. EPA 540-K-96-001. Washington, DC: Office of Emergency and Remedial Response, U.S. EPA. 1 April 2000 <<http://www.epa.gov/superfund/pubs.htm>>.
- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1995b. *Guidance on Agreements with Prospective Purchases of Contaminated Property*. Washington, DC: U.S. EPA. 17 October 1998 <<http://www.epa.gov/swerosps/bf/gdc.htm#ap>>.
- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1995c. *Guidance on Deferral of NPL Listing Determinations While States Oversee Response Actions* (OSWER Directive n.º 9375.66-11). EPA/540/F-95/002. Washington, DC: Office of Emergency and Remedial Response, U.S. EPA. 17 October 1998 <<http://www.epa.gov/swerosps/bf/gdc.htm#def>>.
- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1996a. *Completed North American Innovative Remediation Technology Demonstration Projects*. EPA 542-B-96-002. Washington, DC: Office of Solid Waste and Emergency Response, U.S. EPA. 20 November 1999 <<http://www.epa.gov/swertio1/pubitech.htm>>.
- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1996b. *Community Advisory Groups: Partners in Decisions at Hazardous Waste Sites, case studies*. EPA 540-R-96-043. Washington, DC: Office of Emergency and Remedial Response, U.S. EPA. 18 October 1998 <<http://www.epa.gov/superfund/tools/cag/resource/casestdy.htm>>.
- U.S. EPA (Organismo para la Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos), 1996c. *Guía del ciudadano: Atenuación natural*. Ficha tecnológica, EPA 542-F-96-026. Washington, DC: Desechos Sólidos y Respuesta en Situaciones de Emergencia, U.S. EPA. 20 November 1999 <<http://www.epa.gov/swertio1/products/citguide/default.htm>>.
- U.S. EPA (Organismo para la Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos), 1996d. *Guía del ciudadano: El enjuague del suelo in situ*. Ficha tecnológica, EPA 542-F-96-022. Washington, DC: Desechos Sólidos y Respuesta en Situaciones de Emergencia, U.S. EPA. 20 November 1999 <<http://www.epa.gov/swertio1/products/citguide/default.htm>>.

- U.S. EPA (Organismo para la Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos), 1996e. *Guía del ciudadano: El lavado del suelo*. Ficha tecnológica, EPA 542-F-96-018. Washington, DC: Desechos Sólidos y Respuesta en Situaciones de Emergencia, U.S. EPA. 9 April 2000 <<http://www.epa.gov/swertio1/products/citguide/default.htm>>.
- U.S. EPA (Organismo para la Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos), 1996f. *Guía del ciudadano: La deshalogenación química*. Ficha tecnológica, EPA 542-F-96-020. Washington, DC: Desechos Sólidos y Respuesta en Situaciones de Emergencia, U.S. EPA. 20 November 1999 <<http://www.epa.gov/swertio1/products/citguide/default.htm>>.
- U.S. EPA (Organismo para la Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos), 1996g. *Guía del ciudadano: La extracción con solventes*. Ficha tecnológica, EPA 542-F-96-019. Washington, DC: Desechos Sólidos y Respuesta en Situaciones de Emergencia, U.S. EPA. 9 April 2000 <<http://www.epa.gov/swertio1/products/citguide/default.htm>>.
- U.S. EPA (Organismo para la Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos), 1996h. *Guía del ciudadano: La extracción de vapores del suelo y la aspersión de aire*. Ficha tecnológica, EPA 542-F-96-024. Washington, DC: Desechos Sólidos y Respuesta en Situaciones de Emergencia, U.S. EPA. 9 April 2000 <<http://www.epa.gov/swertio1/products/citguide/default.htm>>.
- U.S. EPA (Organismo para la Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos), 1996i. *Guía del ciudadano: Medidas biocorrectivas*. Ficha tecnológica, EPA 542-F-96-023. Washington, DC: Desechos Sólidos y Respuesta en Situaciones de Emergencia, U.S. EPA. 20 November 1999 <<http://www.epa.gov/swertio1/products/citguide/default.htm>>.
- U.S. EPA (Organismo para la Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos), 1996j. *Guía del ciudadano: Medidas fitocorrectivas*. Ficha tecnológica, EPA 542-F-96-025. Washington, DC: Desechos Sólidos y Respuesta en Situaciones de Emergencia, U.S. EPA. 9 April 2000 <<http://www.epa.gov/swertio1/products/citguide/default.htm>>.
- U.S. EPA (Organismo para la Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos), 1996k. *Guía del ciudadano: Muros de tratamiento*. Ficha tecnológica, EPA 542-F-96-027. Washington, DC: Desechos Sólidos y Respuesta en Situaciones de Emergencia, U.S. EPA. 9 April 2000 <<http://www.epa.gov/swertio1/products/citguide/default.htm>>.
- U.S. EPA (Organismo para la Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos), 1996l. *Guía del ciudadano: Técnicas de tratamiento innovadoras (Para suelos contaminados, fango residual, sedimentos y detritos)*. Ficha tecnológica, EPA 542-F-96-017. Washington, DC: Desechos Sólidos y Respuesta en Situaciones de Emergencia, U.S. EPA. 20 November 1999 <<http://www.epa.gov/swertio1/products/citguide/default.htm>>.
- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1996m. *Guidelines for Reproductive Toxicity Risk Assessment*. EPA/630/R-96/009. Washington, DC: Office of Research and Development, U.S. EPA. 17 October 1998 <<http://www.epa.gov/ORD/WebPubs/repro/>>.
- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1996n. *Proposed Guidelines for Carcinogen Risk Assessment*. EPA/600/P-92/003Ca. Washington, DC: Office of Research and Development, U.S. EPA. 17 October 1998 <<http://www.epa.gov/ORD/WebPubs/carcinogen/>>.
- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1996o. *Soil Screening Guidance: Fact Sheet*. EPA/540/F-95/041. Washington, DC: Office of Solid Waste and Emergency Response, U.S. EPA. 1 November 1998 <<http://www.epa.gov/superfund/resources/soil/index.htm>>.
- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1996p. *Soil Screening Guidance: User's Guide*. EPA/540/R-96/018. Washington, DC: Office of Solid Waste and Emergency Response, U.S. EPA. 1 November 1998 <<http://www.epa.gov/superfund/resources/soil/index.htm>>.

- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1996q. *Superfund Today, Focus on cleanup costs*. EPA 540-K-96/004, June, Washington, DC: Office of Solid Waste and Emergency Response, U.S. EPA. 18 October 1998 <<http://www.epa.gov/superfund/tools/today/index.htm>>.
- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1996r. *Superfund Today, Focus on construction completion*. EPA 540-K-96-009. December, Washington, DC: Office of Solid Waste and Emergency Response, U.S. EPA. 1 April 2000 <<http://www.epa.gov/superfund/tools/today.htm>>.
- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1996s. *The Role of Cost in the Superfund Remedy Selection Process*. Fact Sheet, EPA 540/F-96/018. Washington, DC: Office of Solid Waste and Emergency Response, U.S. EPA. 1 November 1999 <<http://www.epa.gov/superfund/pubs.htm>>.
- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1997a. *Brownfields and Empowerment Zones / Enterprise Communities*. Fact Sheet, EPA 500-F-97-091. Washington, DC: Office of Solid Waste and Emergency Response, U.S. EPA. 18 October 1998 <http://www.epa.gov/swerosps/bf/html-doc/ez_ec.htm>.
- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1997b. *Brownfields Tax Incentive*. Fact Sheet, EPA 500-F-97-155. Washington, DC: Office of Solid Waste and Emergency Response, U.S. EPA. 17 October 1998 <http://www.epa.gov/swerosps/bf/html-doc/taxfs_2.htm>.
- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1997c. *Brownfields - Workforce Development*. Fact Sheet, EPA 500-F-97-158. Washington, DC: Office of Solid Waste and Emergency Response, U.S. EPA. 18 October 1998 <<http://www.epa.gov/swerosps/bf/job.htm>>.
- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1997d. *Chemicals Known to the State to Cause Cancer or Reproductive Toxicity (Safe Drinking Water and Toxic Enforcement Act of 1986)*. Sacramento, CA: Office of Environmental Health Hazard Assessment, California Environmental Protection Agency. 18 October 1998 <http://www.oehha.org/prop65/prop65_list/Newlist.htm#Download>.
- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1997e. *Community Reinvestment Act (CRA)*. Fact Sheet, EPA 500-F-97-100. Washington, DC: Office of Solid Waste and Emergency Response, U.S. EPA. 17 October 1998 <<http://www.epa.gov/swerosps/bf/gdc.htm#cra>>.
- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1997f. Comprehensive Environmental Response, Compensation and Liability Act (CERCLA) or Superfund, section 104: announcement of proposal deadline for the competition for the 1998 National Brownfields Assessment Demonstration Pilots. *Federal Register*, 62(196): 52720-52721. 17 October 1998 <http://www.access.gpo.gov/su_docs/aces/aces140.html>.
- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1997g. *Consortium for Site Characterization Technology Fact Sheet*. EPA 542-F-97-020. Washington, DC: Office of Solid Waste and Emergency Response, U.S. EPA. 2 November 1998 <<http://www.epa.gov/swertio1/pubichar.htm>>.
- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1997h. *Elements to Consider when Drafting EPA Risk Characterizations*. Washington, DC: Science Policy Council, U.S. EPA. 17 October 1998 <<http://www.epa.gov/ORD/spc/rcelemen.htm>>.
- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1997i. *EPA/HUD Brownfields Research Project*. Fact Sheet, EPA 500-F-97-101. Washington, DC: Office of Solid Waste and Emergency Response, U.S. EPA. 18 October 1998 <<http://www.epa.gov/swerosps/bf/html-doc/epahud.htm>>.
- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1997j. *Epsilon-Hexachlorocyclohexane (epsilon-HCH)* CASRN 6108-10-7. IRIS (Integrated Risk Information System), U.S. EPA. 18 October 1998 <<http://www.epa.gov/iris/subst/0164.htm>>.

- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1997k. *Federal Interagency Working Group on Brownfields*. Fact Sheet, EPA 500-F-97-102. Washington, DC: Office of Solid Waste and Emergency Response, U.S. EPA. 18 October 1998 <<http://www.epa.gov/swerosps/bf/partnr.htm#fiwg>>.
- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1997l. *Field Analytical and Site Characterization Technologies, Summary of Applications*. EPA-542-R-97-011. Washington, DC: Office of Solid Waste and Emergency Response, U.S. EPA. 18 October 1998 <<http://www.epa.gov/swertio1/pubichar.htm>>.
- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1997m. *Guidance for Risk Characterization*. Washington, DC: Science Policy Council, U.S. EPA. 17 October 1998 <<http://www.epa.gov/ORD/spc/rcguide.htm>>.
- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1997n. *Guidance on Cumulative Risk Assessment. Part I Planing and Scoping*. Washington, DC: Science Policy Council, U.S. EPA. 17 October 1998 <<http://www.epa.gov/swerosps/bf/gdc.htm#risk>>.
- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1997o. *1997 Hazardous Waste Report, Instructions and Forms*. Washington, DC: U.S. EPA. 18 October 1998 <<http://www.epa.gov/epaoswer/hazwaste/data2/brsforms.htm>>.
- U.S. EPA (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos), 1997p. *Identificando Su Residuo: El Punto de Partida*. EPA530-F-97-029S. Washington, DC: Residuo Sólido y Respuesta de Emergencia, U.S. EPA. 20 November 1999 <<http://www.epa.gov/epaoswer/general/espanol/index.htm>>.
- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1997q. *Liability and Other Guidance*. Fact Sheet, EPA 500-F-97-104. Washington, DC: Office of Solid Waste and Emergency Response, U.S. EPA. 17 October 1998 <<http://www.epa.gov/swerosps/bf/gdc.htm#liab>>.
- U.S. EPA (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos), 1997r. *Medio Ambientes Delicados y la Ubicación de Instalaciones para Manejo de Residuos Peligrosos*. EPA530-K-97-003S. Washington, DC: Desechos Sólidos y Respuesta a Emergencias, U.S. EPA. 2 November 1998 <<http://www.epa.gov/epaoswer/general/espanol/index.htm>>.
- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1997s. *NEJAC's Public Dialogues on Urban Revitalization and Brownfields*. Fact Sheet, EPA 500-F-97-105. Washington, DC: Office of Solid Waste and Emergency Response, U.S. EPA. 3 June 1999 <<http://www.epa.gov/swerosps/ej/html-doc/dialogue.htm>>.
- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1997t. *Partnerships for the Remediation of Hazardous Wastes*. EPA 542-R-96-006. Washington, DC: Office of Solid Waste and Emergency Response, U.S. EPA. 20 November 1999 <<http://www.epa.gov/swertio1/pubipart.htm>>.
- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1997u. *Rules of Thumb for Superfund Remedy Selection*. EPA 540-R-97-013. Washington, DC: Office of Solid Waste and Emergency Response, U.S. EPA. 18 October 1998 <<http://www.epa.gov/superfund/resources/rules/index.htm>>.
- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1997v. *Superfund Today, Focus on revisions to superfund's risk assessment guidance*. EPA 540-F-97-013. October, Washington, DC: Office of Solid Waste and Emergency Response, U.S. EPA. 1 November 1998 <<http://www.epa.gov/superfund/tools/today/index.htm>>.
- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1998a. *Alpha-Hexachlorocyclohexane (alpha-HCH)* CASRN 319-84-6. IRIS (Integrated Risk Information System), U.S. EPA. 18 October 1998 <<http://www.epa.gov/iris/subst/0162.htm>>.

- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1998b. *Beta-Hexachlorocyclohexane (beta-HCH)* CASRN 319-85-7. IRIS (Integrated Risk Information System), U.S. EPA. 18 October 1998 <<http://www.epa.gov/iris/subst/0244.htm>>.
- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1998c. *Brownfields Job Training and Development Demonstration Pilot: Career Options of Pinellas, Inc., Clearwater, FL*. Fact Sheet, EPA 500-F-98-238. Washington, DC: Office of Solid Waste and Emergency Response, U.S. EPA. 17 October 1998 <<http://www.epa.gov/swerosps/bf/html-doc/clrwatr.htm>>.
- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1998d. *Brownfields Job Training and Development Demonstration Pilot: New Jersey Youth Corps, Camden and Newark, NJ*. Fact Sheet, EPA 500-F-98-245. Washington, DC: Office of Solid Waste and Emergency Response, U.S. EPA. 17 October 1998 <<http://www.epa.gov/swerosps/bf/html-doc/njyouth.htm>>.
- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1998e. *Brownfields Targeted Site Assessment Program*. Boston, MA: Region 1, U.S. EPA. 18 October 1998 <<http://www.epa.gov/region01/remed/brnfld/sassess/index.html>>.
- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1998f. *Delta-Hexachlorocyclohexane (delta-HCH)* CASRN 319-86-8. IRIS (Integrated Risk Information System), U.S. EPA. 18 October 1998 <<http://www.epa.gov/iris/subst/0163.htm>>.
- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1998g. *Final Policy Toward Owners of Property Containing Contaminated Aquifers*. Washington, DC: Office of Site Remediation Enforcement, U.S. EPA. 17 October 1998 <<http://www.epa.gov/swerosps/bf/ascii/aquifer.txt>>.
- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1998h. *Frequently Asked Questions: RAGS Part D*. Fact Sheet. Washington, DC: Office of Emergency and Remedial Response, U.S. EPA. 21 July 1999 <<http://www.epa.gov/superfund/programs/risk/ragsd/feedback.htm>>.
- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1998i. *Gamma-Hexachlorocyclohexane (gamma-HCH)* CASRN 58-89-9. IRIS (Integrated Risk Information System), U.S. EPA. 18 October 1998 <<http://www.epa.gov/iris/subst/0065.htm>>.
- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1998j. *Glossary of Risk Assessment Related Terms*. IRIS (Integrated Risk Information System), U.S. EPA. 24 November 1998 <<http://www.epa.gov/iris/glossary.htm>>.
- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1998k. *Handbook of Tools for Managing Federal Superfund Liability Risks at Brownfields and Other Sites*. EPA 330-B-98-001. Washington, DC: Office of Enforcement and Compliance Assurance, U.S. EPA. 23 April <<http://es.epa.gov/oeca/osre/9811.html>>.
- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1998l. *How to Find Out Whether a Property is Eligible for the Brownfields Tax Incentive*. Fact Sheet, EPA 500-F-98-140. Washington, DC: Office of Solid Waste and Emergency Response, U.S. EPA. 17 October 1998 <<http://www.epa.gov/swerosps/bf/html-doc/eligible.htm>>.
- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1998m. *Innovations in Site Characterization: Interim guide to preparing case studies*. EPA-542-B-98-009. Washington, DC: Office of Solid Waste and Emergency Response, U.S. EPA. 20 November 1999 <<http://www.epa.gov/swertio1/pubichar.htm>>.
- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1998n. *Land Use in the CERCLA Remedy Selection Process (OSWER Directive n.º 9355.7-04)*. Memorandum. Washington, DC: U.S. EPA. 17 October 1998 <<http://www.epa.gov/swerosps/bf/gdc.htm#u>>.

- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1998o. NATO/CCMS Pilot Study on Evaluation of Demonstrated and Emerging Technologies for the Treatment of Contaminated Land and Groundwater (Phase II) Overview Report. EPA 542-R-98-001b. Silver Spring, Maryland: Environmental Management Support Inc., U.S. Environmental Protection Agency. 25 October 1998 <<http://clu-in.org/intup.htm>>.
- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1998p. *Superfund Hotline Training Module - Brownfields Redevelopment Initiative and Environmental Justice*. EPA540-R-98-021. Washington, DC: Office of Solid Waste and Emergency Response, U.S. EPA. 1 April 2000 <<http://www.epa.gov/superfund/contacts/sfhotline/brwnfld.htm>>.
- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1998q. *Superfund Today, Focus on property issues*. EPA 540-F-98-001. November, Washington, DC: Office of Solid Waste and Emergency Response, U.S. EPA. 1 May 1999 <<http://www.epa.gov/superfund/tools/today/index.htm>>.
- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1999a. *Cleanup News*, issue # 2, Spring 1999. EPA 300-N-99-008. Washington, DC: Office of Site Remediation Enforcement, U.S. EPA. 21 April 2000 <<http://es.epa.gov/oeca/osre/cleanup.html>>.
- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1999b. *Donaciones para la Asistencia Técnica del "Superfund"*. Fact Sheet. Washington, DC: Office of Emergency and Remedial Response, U.S. EPA. 1 May 1999 <<http://www.epa.gov/superfund/tools/tag/tagspan.htm>>.
- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1999c. *Grupos de Consulta de la Comunidad (CAGs) en Sitios del Superfondo*. Fact Sheet. Washington, DC: Office of Emergency and Remedial Response, U.S. EPA. 1 May 1999 <<http://www.epa.gov/superfund/tools/cag/resource/quickmex.htm>>.
- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1999d. *Issuance of Final Guidance: Ecological Risk Assessment and Risk Management Principles for Superfund Sites*. Washington, DC: Office of Solid Waste and Emergency Response, U.S. EPA. 21 November 1999 <<http://www.epa.gov/superfund/pubs.htm>>.
- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1999e. *Issuance of Final Guidance: Ecological Risk Management Principles for Superfund Sites*. OSWER Directive 9285.7-28 P. Washington, DC: Office of Solid Waste and Emergency Response, U.S. EPA. 8 April 2000 <<http://www.epa.gov/superfund/programs/risk/tooleco.htm#GG>>.
- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1999f. *Superfund Reforms Annual Report FY 1998*. EPA-540-R-99-002. Washington, DC: Office of Emergency and Remedial Response, U.S. EPA. 1 May 1999 <<http://www.epa.gov/superfund/pubs.htm>>.
- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1999g. *Superfund Today, Focus on revisions to superfund's risk assessment guidance*. EPA-540-F-98-055. February, Washington, DC: Office of Solid Waste and Emergency Response, U.S. EPA. 1 May 1999 <<http://www.epa.gov/superfund/tools/today/index.htm>>.
- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1999h. *Superfund Today, Focus on superfund resources*. January, Washington, DC: Office of Solid Waste and Emergency Response, U.S. EPA. 1 April 2000 <<http://www.epa.gov/superfund/tools/today/sftintro.htm>>.
- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1999i. *Use of Monitored Natural Attenuation at Superfund, RCRA Corrective Action, and Underground Storage Tank Sites*. Washington, DC: Office of Solid Waste and Emergency Response, U.S. EPA. 3 June 1999 <<http://www.epa.gov/swerst1/directiv/d9200417.htm>>.
- U.S. EPA (Agencia de los Estados Unidos para la Protección del Medio Ambiente), 2000a. *El Superfund Hoy Día, La estimación de riesgos: cómo lograr la participación de la comunidad*. EPA 540-K-99-005. Enero, Washington, DC: Oficina de Desperdicios Sólidos y Respuesta de Emergencia, U.S. EPA. 1 April 2000 <<http://www.epa.gov/superfund/tools/today/index.htm>>.

- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 2000b. *U.S. Sues Hooker Chemical at Niagara Falls, New York*. EPA Office of Public Awareness press release, 20 December 1979. Washington, DC: History Office, U.S. EPA. 6 May 2000 <<http://www.epa.gov/history/topics/lovecanal/02.htm>>.
- U.S. EPA/DOC (U.S. Environmental Protection Agency / U.S. Department of Commerce), 1997. *Memorandum of Understanding Between the Office of Solid Waste and Emergency Response U.S. Environmental Protection Agency and the National Oceanic and Atmospheric Administration U.S. Department of Commerce*. Washington, DC: OSWER, U.S. EPA. 18 October 1998 <<http://www.epa.gov/swerosps/bf/partnr.htm#commerce>>.
- U.S. EPA/DOD/DOE (U.S. Environmental Protection Agency / U.S. Department of Defense / U.S. Department of Energy), 1995. *Abstracts of Remediation Case Studies*. EPA 542-R-001. Springfield, Virginia: NTIS (National Technical Information Service). 2 November 1998 <<http://www.epa.gov/swertio1/pubitech.htm>>.
- U.S. HUD (U.S. Department of Housing and Urban Development), 1998a. *Economic Development Initiative (EDI) Brownfields Economic Development Initiative (BEDI), 1998 Application Kit*. Washington, DC: Office of the Assistant Secretary for Community Planning and Development, U.S. HUD. 18 October 1998 <<http://www.hud.gov/nofa/suprnofa/supnofa2/bedi.html>>.
- U.S. HUD (U.S. Department of Housing and Urban Development), 1998b. *Funding Availability for the Brownfields Economic Development Initiative (BEDI)*. Washington, DC: Office of Community Planning and Development, U.S. HUD. 18 October 1998 <<http://www.hud.gov/nofa/suprnofa/supnofa2/4363sec2.html>>.
- U.S. HUD (U.S. Department of Housing and Urban Development), 1998c. *Secretary Cuomo Applauds Vice President Gore's Plan to Showcase 16 Communities for Brownfields Assistance*. HUD n.º 98-122. Washington, DC: U.S. HUD. 18 October 1998 <http://www.epa.gov/swerosps/bf/html-doc/pr_hud.htm>.
- U.S. HUD (U.S. Department of Housing and Urban Development), 1998d. *Super Notice of Funding Availability (SuperNOFA II)*. Washington, DC: Office of the Secretary, U.S. HUD. 18 October 1998 <<http://www.hud.gov/nofa/suprnofa/supnofa2/4363sec1.html>>.
- U.S. HUD/U.S. EPA (U.S. Department of Housing and Urban Development / U.S. Environmental Protection Agency), 1997. *The Effects of Environmental Hazards and Regulation on Urban Redevelopment*. Urban Institute, Northeast-Midwest Institute, University of Louisville, Northern Kentucky University. 18 October 1998 <<http://www.epa.gov/swerosps/bf/partnr.htm#hud>>.
- WESTCOTT, F.J., 1999. Waste management licensing regulations applied to remediation of contaminated land: regulatory drift or appropriate regulation? *Land Contamination & Reclamation*, 7(1):33-39. 2 April 2000 <<http://www.eppublications.com/recent.htm>>.

ANEXO C

**Manual de Avaliação de Saúde Ambiental de
Sítios Contaminados por Resíduos Perigosos**

SUMÁRIO

Introdução	C-4
1. Avaliação da Informação do Sítio	C-5
1.1. Antecedentes ou Informação Básica	C-5
1.1.1. Descrição do Sítio	C-5
1.1.2. História do Sítio e Operações	C-5
1.2. Preocupações da Comunidade com sua Saúde	C-5
1.3. Informação Demográfica	C-5
1.4. Informações sobre o Uso do Solo e o Uso de Recursos Naturais	C-6
1.5. Informação sobre Dados Microbiológicos	C-6
1.6. Informação sobre Contaminação Ambiental	C-7
1.7. Informação sobre Rotas Ambientais	C-7
1.8. Informação sobre Efeitos na Saúde	C-7
2. Pesquisa sobre as Preocupações da Comunidade com sua Saúde	C-7
2.1. Preparação da Visita	C-8
2.1.1. Contatos	C-8
2.1.2. Estratégias de Comunicação e Notificação à Comunidade	C-8
2.2. A Visita ao Sítio	C-8
2.3. Plano de Participação da Comunidade	C-9
2.4. Comentários Públicos e Inclusões nas Avaliações de Saúde	C-9
3. Contaminantes de Interesse	C-9
3.1. Avaliação de Dados	C-11
3.2. Comparação dos Dados e Uso de Concentrações de <i>Background</i>	C-11
3.2.1. Guia para a Avaliação de Meios Ambientais (GAMA)	C-12
4. Rotas de Exposição	C-13
4.1. Identificação da Fonte de Contaminação	C-14
4.2. Identificação do Meio Ambiental e Mecanismo de Transporte	C-15
4.3. Identificação de um Ponto de Exposição	C-22
4.4. Identificação de uma Via de Exposição	C-23
4.5. Identificação das Populações Receptoras	C-24
4.6. Categorização das Rotas de Exposição	C-24
4.6.1. Rotas de Exposição Completas	C-25
4.6.2. Rotas de Exposição Potenciais	C-25
5. Implicações para a Saúde Pública	C-26
5.1. Avaliação Toxicológica	C-26
5.1.1. Estimativa da Exposição e Normas de Saúde	C-26
5.1.2. Efeitos na Saúde Relacionados com a Exposição	C-31
5.1.3. Avaliação dos Fatores que Influem nos Efeitos Adversos à Saúde	C-31
5.2. Avaliação dos Dados sobre Efeitos na Saúde	C-33
5.2.1. Critérios para Avaliar os Dados sobre Efeitos na Saúde	C-34
5.3. Avaliação das Preocupações da Comunidade com sua Saúde	C-35

6. Conclusões e Recomendações	C-36
6.1. Categorias de Perigo para a Saúde Pública	C-37
6.2. Recomendações	C-38
7. Formato para a Avaliação de Saúde	C-40

LISTA DE QUADROS

Quadro c-1. Considerações na Seleção dos Contaminantes de Interesse	C-13
Quadro c-2. Rotas de Exposição	C-15
Quadro c-3. Fatores Químicos e Fatores Específicos do Sítio que Afetam os Mecanismos de Transporte	C-17
Quadro c-4. Classificação da Constante da Lei de Henry	C-19
Quadro c-5. Classificação do K_{OC}	C-19
Quadro c-6. Vias de Exposição Específicas de Cada Meio	C-23
Quadro c-7. Estimativa da População Afetada pelas Rotas de Exposição	C-25
Quadro c-8. Percentual 50 da Área da Superfície Corporal Total	C-29
Quadro c-9. Percentual 50 da Área da Superfície de Parte Específica do Corpo em Homens	C-30
Quadro c-10. Valores Padrões de Exposição Dérmica ao Solo	C-30
Quadro c-11. Ações de Saúde Pública	C-38
Quadro c-12. Categorias de Conclusões, Recomendações e Ações de Saúde Pública	C-40
Quadro c-13. Formato para a Avaliação de Saúde	C-40

LISTA DE FIGURAS

Figura c-1. Rotas de Exposição	C-14
--------------------------------------	------

Introdução

Este manual é uma síntese do manual de diretrizes para a avaliação de saúde por exposição a resíduos perigosos de sítios contaminados da *Agency for Toxic Substances and Disease Registry* - ATSDR (1992a; 1992b) dos Estados Unidos, com o acréscimo de biomarcadores nutricionais e avaliação microbiológica sugerido por Díaz-Barriga (1998) na metodologia de avaliação de riscos para a saúde em sítios contaminados da *Organización Panamericana de la Salud* - OPS para países em desenvolvimento, que na avaliação da exposição também se baseou na metodologia da ATSDR.

Espera-se que este manual possa servir como um passo adicional e impulsionador na criação de um sistema de gestão de áreas contaminadas por resíduos perigosos no Brasil e possa despertar o interesse do meio acadêmico e das autoridades na condução de avaliações de saúde ambiental nesses sítios.

Segundo a ATSDR, uma avaliação de saúde é a avaliação de dados e informação sobre a liberação de substâncias perigosas no ambiente, com a finalidade de avaliar qualquer impacto atual ou futuro na saúde pública, desenvolver assessorias de saúde e outras recomendações, e identificar estudos ou ações necessárias para avaliar, mitigar ou prevenir os efeitos na saúde humana. É focada em três tipos de informação: caracterização ambiental; preocupações da comunidade com os efeitos da contaminação do sítio sobre sua saúde; e dados sobre os efeitos na saúde, provenientes de bancos de dados de instituições de saúde.

Os objetivos de uma avaliação de saúde além do reconhecimento dos efeitos na saúde, é a identificação das comunidades que vivem no entorno do sítio para as quais deve-se prover monitoramentos biológicos da exposição humana ou investigações médicas, e da necessidade de se obter informações ou estudos adicionais como estudos epidemiológicos e estudos piloto sobre efeitos na saúde.

Uma avaliação de saúde é formada por seis passos básicos: (1) Avaliação da informação do sítio; (2) Pesquisa sobre as preocupações da comunidade com sua saúde; (3) Seleção dos contaminantes de interesse; (4) Análise das rotas de exposição; (5) Implicações para a saúde pública.; (6) Conclusões e recomendações. Para conduzir uma avaliação, requer-se a atuação de um coordenador e uma equipe de avaliação multidisciplinar, que dependendo da complexidade das condições do sítio pode ser formada por três até dez pessoas, dependendo também de participações colaborativas e dados pré-existentes.

1. Avaliação da Informação do Sítio

Antes de iniciar a avaliação, é fundamental que a equipe de avaliação faça uma visita ao sítio para visualizar e estabelecer contatos com o ambiente e a população. Para iniciar as avaliações de saúde, são necessárias as seguintes informações do sítio:

1.1. Antecedentes ou Informação Básica

1.1.1. Descrição do Sítio

Determinação das fronteiras do sítio, características geográficas (condições geológicas, pedológicas e climáticas, localização dos principais corpos d'água superficiais), características demográficas, representações visuais do sítio através de plantas baixas, mapas topográficos, fotos aéreas; extensão da contaminação superficial, os condutores subterrâneos para o transporte potencial de contaminantes, distância das populações em volta do sítio, os tipos de uso do solo, presença de escolas, hospitais, etc.; perigos físicos acessíveis de exposição mais evidente no sítio (tambores empilhados, produtos químicos acessíveis, covas, represas, estruturas sem segurança - construções, tanques de armazenamento).

1.1.2. História do Sítio e Operações

Tipo e duração das atividades comerciais e industriais que se desenvolveram no sítio; indicação dos contaminantes que podem estar presentes; extensão da contaminação; magnitude da exposição humana; o tempo decorrido da contaminação; migração de contaminantes; atividades de remediação atuais e planejadas.

1.2. Preocupações da Comunidade com sua Saúde

As preocupações da comunidade com sua saúde podem ser identificadas:

- Reuniões comunitárias entre a equipe de avaliação e a comunidade;
- Denúncias e reclamações ambientais e de saúde feitas pelo público;
- Estudos sobre a saúde da comunidade indicando efeitos na saúde como resultado de exposição a substância tóxica.

1.3. Informação Demográfica

O tamanho e características das populações em torno do sítio mais prováveis de terem estado expostas, estarem sendo expostas ou que estarão expostas a materiais

perigosos: distribuição etária e étnica, posição socioeconômica; atividades residenciais, recreativas e ocupacionais.

Fontes de informação: censos nacionais, fontes governamentais locais e agências de saúde.

1.4. Informações sobre o Uso do Solo e o Uso de Recursos Naturais

O uso do solo (passado, presente e futuro) afetará os tipos e frequência das atividades humanas, conseqüentemente influenciará o grau e intensidade do contato com os solos, água, ar, resíduos expostos, e plantas e animais para consumo:

- Acessibilidade ao sítio e aos meios contaminantes: sinalização, presença e integridade de cercas e portas;
- Áreas industriais próximas ao sítio: potencializam a exposição de trabalhadores;
- Áreas residenciais: tipos de construção, nível social, tipos de materiais empregados, jardins, gado, criações, poços privados, disposição do lixo domiciliar - se existem catadores que buscam materiais recicláveis;
- Áreas recreativas: parques, *play-grounds*, quadras de esportes, praias;
- Áreas de produção de alimentos: mercados doméstico, local, regional, comercial ou de subsistência;
- Uso de águas superficiais: recreativas, agrícolas, abastecimento de água potável e redes de drenagem;
- Uso de águas do lençol freático: abastecimento de água municipal e poços privados;
- Atividades de caça e pesca.

1.5. Informação sobre Dados Microbiológicos

Segundo Díaz-Barriga (1999), em alguns sítios a contaminação microbiológica pode estar gerando mais enfermidades que a contaminação química, e nestes casos, a população pode perder o interesse em cooperar ou indivíduos com enfermidades microbianas podem estar mais suscetíveis aos contaminantes químicos.

O coordenador da avaliação deve obter informações de condições do sítio que possam induzir a infecções microbiológicas na população como: higiene geral; fezes ao ar livre; acesso a drenagem; acesso a água potável ou se a água ingerida é fervida; manejo dos resíduos domiciliares; presença de corpos d'água contaminados com descargas urbanas (esgoto); acesso a serviços médicos adequados; amontoamento familiar; estado de nutrição;

nível educacional; rega de campos agrícolas com águas residuais; presença de vetores; atendimento médico e queixas da população quanto a problemas de saúde (verificação nos postos de saúde locais).

1.6. Informação sobre Contaminação Ambiental

Informações adicionais aos compostos químicos identificados no sítio:

- Concentração dos agentes químicos em cada meio ambiental: com datas, localizações e métodos de amostra;
- Informação sobre Garantia de Qualidade e Controle de Qualidade (GQ/CQ), e Limites de Detecção;
- Inventário de Emissões de Compostos Tóxicos: informação sobre as emissões anuais estimadas de agentes tóxicos no meio ambiente do sítio.

1.7. Informação sobre Rotas Ambientais

Destino do contaminante e mecanismos de transporte dentro do sítio, que são influenciados pelas características físicas e condições climáticas locais, e referentes à exposição humana.

Informações necessárias: topografia, tipos de solo e localização, coberturas do solo, precipitação anual, condições de temperatura, velocidade do vento, composição hidrogeológica, localização dos corpos d'água superficiais e seu uso.

1.8. Informação sobre Efeitos na Saúde

As informações sobre efeitos na saúde referentes a um determinado sítio, podem ser obtidas nos departamentos de saúde estaduais e com os funcionários de saúde pública locais.

2. Pesquisa sobre as Preocupações da Comunidade com sua Saúde

Esta fase exige a participação da equipe de avaliação, representantes regionais de saúde e membros do grupo do sítio. Os representantes regionais ajudam o coordenador da avaliação a contatar outras agências federais e governos locais e estaduais; o representante da comunidade facilita o intercâmbio entre esta e os avaliadores.

2.1. Preparação da Visita

2.1.1. Contatos

Antes da visita ao sítio, o coordenador da avaliação deve contatar:

- Agências de Saúde - para facilitar a participação comunitária no intercâmbio de informações.
- Agência Federal de Proteção Ambiental - para: minimizar a informação conflitiva; se existir projeto de remediação, contatar o autor; registro administrativo.
- Agências Federais várias - para informações adicionais. Ex.: IBAMA, DNPM, etc.
- Agências Estaduais e Municipais - para informações adicionais. Ex.: Departamento de Meio Ambiente e Departamento de Saúde Pública Estadual.
- Consultórios Médicos Municipais - para informações adicionais: médicos, sanitaristas, enfermeiras, higienistas industriais.
- Contatos com a comunidade - indivíduos que residem próximo ao sítio ou grupos comunitários organizados e seus representantes: identificar os contatos relevantes, os quais devem ser informados do grupo de avaliação de saúde sobre a próxima visita ao sítio.

2.1.2. Estratégias de Comunicação e Notificação à Comunidade

As estratégias de comunicação com a comunidade são previamente acertadas nas reuniões entre o coordenador da avaliação, o representante da comunidade e o representante regional de saúde. A notificação de visita à comunidade pode ser através de anúncio público, periódico local, ou envio de volantes para serem distribuídos, informando sobre o propósito da visita, as datas, horários e locais de reuniões.

2.2. A Visita ao Sítio

São preferíveis pequenas reuniões de contatos individuais, do que reuniões com grande público. Objetivos:

- Identificação posterior da comunidade afetada, como informação sobre distribuição geográfica e demográfica, qualidade de vida e efeitos na saúde específicos;
- Interesses da comunidade referentes ao sítio;
- Obtenção de confiança e identificação posterior de contatos dentro da comunidade;
- Observação do estado do sítio e sua percepção pela comunidade;

- Determinação das vias possíveis de exposição e do potencial de exposição;
- Informar à comunidade os propósitos de uma avaliação de saúde e definir como a comunidade quer se envolver ou participar no processo de avaliação de saúde;
- Disponibilizar informações sobre os aspectos técnicos relacionados aos contaminantes do sítio e à exposição relacionada a estes;
- Compilação de dados dos residentes para a criação de uma mala direta e/ou identificação dos meios que a comunidade prefere para receber informação.

As reuniões públicas em grande escala são abertas aos repórteres, porém as sessões de comunicação de riscos devem ser restritas à participação dos indivíduos da comunidade, para que sintam-se à vontade para revelar suas preocupações e fazer perguntas.

2.3. Plano de Participação da Comunidade

Após a visita ao sítio, a equipe se reúne de posse de todas as informações obtidas até então, e o coordenador da avaliação prepara o Plano de Participação da Comunidade, que além de descrever as metas, objetivos e estratégias da Agência quanto ao envolvimento da comunidade na avaliação de saúde, pode incluir: Painel de Assistência à Comunidade, atualizações periódicas e reuniões comunitárias subseqüentes.

2.4. Comentários Públicos e Inclusões nas Avaliações de Saúde

A comunidade deve ter acesso à minuta de avaliação de saúde para que possa confirmar sua participação e adicionar informações pertinentes. O coordenador da avaliação deve responder os comentários públicos e marcar uma reunião pública se for de interesse da comunidade.

Nesta ocasião, o coordenador da avaliação apenas apresenta as preocupações da comunidade com sua saúde. A resposta de atendimento ou avaliação dos itens questionados, estará incluída na seção Implicações para a Saúde Pública, mais adiante.

3. Contaminantes de Interesse

O coordenador da avaliação deve selecionar os compostos químicos que são identificados como contaminantes de interesse do sítio, a partir das seguintes informações:

- Contaminantes dentro e fora do sítio, considerando exposições a multi-meios e efeitos interativos;

- Concentrações dos contaminantes nos meios ambientais e a probabilidade de transferência entre os meios;
- Níveis de concentração *background* nos meios locais ou regionais;
- Guias de concentrações ambientais como Guia de Avaliação de Meios Ambientais - GAMA (ver seção 3.2.1 deste anexo);
- Preocupações da comunidade com sua saúde, relacionadas com contaminantes específicos, independente destes excederem ou não os níveis básicos;
- Inventário de emissões de compostos tóxicos, para determinar a necessidade de amostra adicional e outras fontes de contaminação na área;
- Perfis toxicológicos dos contaminantes.

Os contaminantes de interesse dentro e fora do sítio e suas concentrações, devem ser discriminados nos subtítulos dos meios: Solo Superficial, Subsolo, Sedimento, Água Superficial (Poças ou Brejos, Lagoas, Lagos, Rios e outros), Água Subterrânea (com subcategorias de Poços Privados, Poços Públicos e Poços de Monitoramento), Ar, Biota, Materiais de Resíduos, Gás do Solo e Lixiviado.

Como em Díaz-Barriga (1998), em países em desenvolvimento, a contaminação de origem biológica é tão ou mais importante que a contaminação de origem química, e para uma completa restauração ambiental deve-se considerar ambos os tipos de contaminação. Assim, a contaminação microbiológica deve ser considerada e revisada sempre na fonte de água potável, e de maneira secundária nos meios ambientais que por antecedentes ou condições particulares de cada sítio possam estar contaminados (ex.: solo, alimentos, etc.). Deve-se analisar primordialmente a presença de organismos bacterianos de origem fecal, e se possível, a presença de outros elementos microbianos como parasitas e vírus. Entre os biomarcadores de exposição microbiana, geralmente é feito um estudo coproparasitoscópico, outras provas clínicas microbiológicas dependerão das condições particulares de cada sítio. Podem ser compilados dados de serviços médicos da localidade e entrevistas com os plantonistas.

Os contaminantes e suas concentrações devem ser apresentados em tabela ou manuscrito tanto para a contaminação dentro do sítio como para a contaminação fora do sítio. Se já tiver havido atividades de remoção ou de remediação no sítio, o coordenador da avaliação deve determinar as alterações da contaminação nos meios. Após, deve ser feita uma revisão dos níveis de concentração.

3.1. Avaliação dos Dados

O coordenador da avaliação deve verificar a aceitabilidade dos critérios de qualidade dos dados de campo, dos dados de laboratório e a suficiência de dados. Os dados de campo devem estar de acordo com as especificações GQ/CQ. Devem ser revisadas as informações sobre: inspeções de campo, método e local de coleta, recipientes e conservantes utilizados, procedimentos de descontaminação, calibração do equipamento, e duplicações e frações de campo.

A qualidade dos dados de laboratório também devem estar de acordo com as especificações GQ/CQ. Devem ser verificados os processos utilizados na análise de laboratório, os problemas encontrados e suas soluções. Uma revisão resumida de dados documenta a validade dos tempos de conservação das amostras, o desempenho dos instrumentos, calibração, etc.

O coordenador da avaliação deve determinar se a informação disponível sobre os níveis de contaminantes em cada meio é suficiente e se os dados são representativos para possibilitar uma avaliação. Checar:

- **Solo** - acesso restringido, caminhos, caminhos particulares, acesso a estacionamentos, uso agrícola e áreas de pastoreio, uso residencial, uso de parques e jardins, campos de jogos; definição dos tipos de solo; e especificação das profundidades dos solos: solo superficial (< 8 cm de profundidade), subsolo (> 8 cm de profundidade) e solo não especificado (profundidade desconhecida).
- **Sedimento** - amostras colhidas ao acaso ou através de sondagem; especificação da profundidade das amostras; localização das amostras; definição dos sedimentos para as amostragens; realização anterior de qualquer atividade de remoção de sedimentos como dragagem, escavação, etc.
- **Águas superficial e subterrânea** - amostras de águas superficial e subterrânea a montante e a jusante do sítio; número de amostras tomadas em cada estação do ano, frequência, duração e datas.

3.2. Comparação dos Dados e Uso de Concentrações de *Background*

A equipe de avaliação deve fazer uma comparação direta e/ou uma comparação estatística entre os dados de *background* pertinentes. Apesar dessas comparações influírem na seleção dos contaminantes de interesse, os níveis de *background*

não devem ser o determinante único, mas comparados a dados de Guia para a Avaliação de Meios Ambientais - GAMA e outros valores de comparação. A decisão quanto aos contaminantes de interesse a partir desta comparação é mostrada no **Quadro c-1**.

Se não são obtidas amostras de *background* locais do meio de interesse, podem ser usados níveis de *background* do estado, região ou nação, desde que o meio tenha as mesmas características de *background* que o meio de interesse do sítio.

Segundo Casarini (1999), a CETESB baseou-se na metodologia holandesa associada às metodologias das Agências de Proteção Ambiental do Canadá e da Alemanha, para a derivação de valores de referência de qualidade e de intervenção para solos e águas subterrâneas. Está sendo estabelecido o sistema RAI constituído por: Valor de Referência de Qualidade (R), Valor de Alerta (A) e Valor de Intervenção (I). O Valor de Referência de Qualidade relaciona-se ao nível de qualidade do solo limpo e das águas subterrâneas naturais, ou seja, valores de *background* presentes naturalmente no Estado de São Paulo. O Valor de Intervenção indica o nível de contaminação acima do qual existe risco à saúde pública, exigindo uma intervenção no sítio.

3.2.1. Guia para a Avaliação de Meios Ambientais (GAMA)

Os dados de *background* podem ser comparados com os valores de GAMA. Os valores EMEG (em inglês) foram propostos pela ATSDR não como norma ambiental, mas com a função de servir como referência para definir os contaminantes críticos do sítio. As EMEGs ou GAMAs derivam-se dos Níveis de Risco Mínimo (MRLs - ver Anexo D), os quais proporcionam uma medida da toxicidade do composto. Os MRLs não consideram o potencial de efeitos genotóxicos ou carcinogênicos de um composto químico.

O cálculo de GAMA para Água e Solo se obtém multiplicando-se a dose de risco mínimo (MRL) pelo peso corporal, e dividindo-se o produto pela taxa de ingestão diária de água, solo ou poeira (ATSDR, 1992a; 1992b; Díaz-Barriga, 1998).

$$\text{GAMA} = \frac{\text{MRL (mg/kg/dia)} \times \text{PC (kg)}}{\text{TI (kg/dia ou L/dia)}} \quad \text{onde,}$$

GAMA = guia de avaliação de água (mg/L) ou guia de avaliação de solo (mg/kg).

MRL = nível de risco mínimo para dose oral (mg/kg/dia) (ver Anexo D).

PC = Peso corporal = 10 kg infante; 16 kg crianças (3-6 anos); 70 kg adultos.

TI = Taxa de ingestão diária de água = 1 litro p/ crianças e 2 litros p/ adultos.

Taxa de ingestão diária de solo = 350 mg p/ crianças e 100 mg p/ adultos.

O Guia para Avaliação do Ar para as exposições por inalação de contaminantes atmosféricos ou GAMA para ar, é o mesmo que seu MRL, não requerendo nenhum cálculo matemático.

GAMA = guia de avaliação de ar (mg/m³ ou ppm).

MRL = nível de risco mínimo para inalação (mg/m³ ou ppm) (ver Anexo D).

O consumo humano de organismos aquáticos é uma outra fonte de exposição a contaminantes ambientais. A US EPA (ATSDR, 1992a; 1992b) assume que um indivíduo come 6,5 gramas de pescado e mariscos por dia como uma média nacional. Em avaliações de saúde onde o consumo de organismos aquáticos sejam de interesse, o coordenador da avaliação deve se basear nas medidas atuais de concentração do contaminante nas proporções comestíveis das espécies aquáticas pertinentes, considerando hábitos dietéticos específicos da população potencialmente afetada, o que é variável. A mesma atitude é válida para o consumo de plantas e animais que foram cultivados ou que cresceram em áreas contaminadas e que bioacumularam os contaminantes químicos do solo, água e ar.

Quadro c-1. Considerações na Seleção dos Contaminantes de Interesse Utilizando-se Dados de Referência e Dados Relacionados ao Sítio (ATSDR, 1992a; 1992b)

Nível de Dados do Sítio ou Fora	Maior que o Nível Background	Menor que o Nível Background	Maior que GAMA ou outro Valor de Comparação	Menor que GAMA ou outro Valor de Comparação	Considera-se Contaminante de Interesse
Contaminantes					
1. -----	Sim			Sim	Não
2. -----	Sim		Sim		Sim
3. -----	Sim		Nenhum GAMA	Nenhum GAMA	Sim
4. -----		Sim		Sim	Não
5. -----		Sim	Sim		Sim
6. -----		Sim	Nenhum GAMA	Nenhum GAMA	Sim

Obs.: Quando a concentração de um composto se apresentar menor que GAMA, pode vir a se considerar contaminante de interesse ao se analisar outros fatores como exposições múltiplas, efeitos sinérgicos e as preocupações da comunidade com sua saúde.

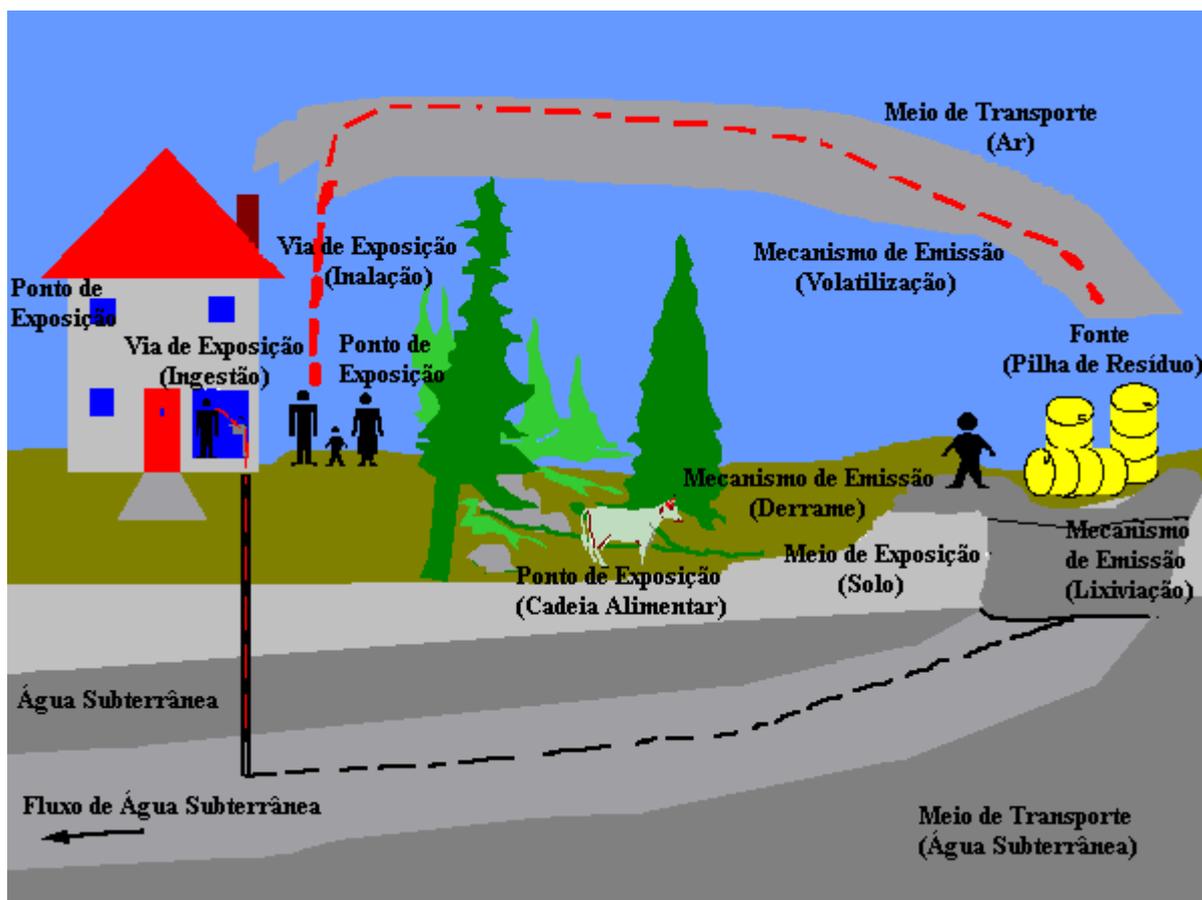
4. Rotas de Exposição

Uma rota de exposição é um processo ou caminho que permite o contato de indivíduos com os contaminantes originados de uma fonte de contaminação (**Figura c-1**), incluindo todos os elementos de ligação (solo, água, ar, etc.). Podem ocorrer no passado, presente ou futuro.

As diversas rotas de exposição, mesmo tendo em comum um mesmo contaminante, podem significar diferentes problemas de saúde.

A rota de exposição se compõe de cinco elementos: fonte de contaminação; meio ambiental e mecanismos de transporte; ponto de exposição; via de exposição; e população receptora.

Figura c-1. Rotas de Exposição



Fonte: ATSDR (1992b)

Para facilitar a identificação das rotas de exposição em um sítio, o coordenador da avaliação deve utilizar o **Quadro c-2** no gerenciamento de dados dos cinco elementos componentes de cada rota de exposição.

4.1. Identificação da Fonte de Contaminação

A fonte de contaminação é a origem da contaminação ambiental. Cada fonte representa uma localização de onde os contaminantes alcançam o meio ambiente a partir de algum mecanismo de transporte. Um sítio pode ter uma única ou múltiplas fontes de contaminação.

Quadro c-2. Rotas de Exposição (exemplo)

Nome da Rota	ELEMENTOS DA ROTA DE EXPOSIÇÃO					Tempo
	Fonte	Meio Ambiental	Ponto de Exposição	Via de Exposição	População Receptora	
Solo superficial	Depósito de resíduos perigosos	Solo superficial	Quintais residenciais e áreas de jogos	Ingestão	Residentes do bairro Plutão e usuários das áreas de jogos	Passado Presente Futuro
Sedimento	Depósito de resíduos perigosos	Sedimento	Rio Água Doce, rio Tatu e aluviões	Ingestão	Crianças e residentes do bairro Plutão	Passado Presente Futuro
Pescado	Depósito de resíduos perigosos	Pescado	Residências	Ingestão	Pessoas que se alimentam do pescado do rio Água Doce	Passado Presente Futuro
Poços privados	Depósito de resíduos perigosos	Água subterrânea (poço privado)	Residências (torneira)	Ingestão Inalação Contato dérmico	Residentes da Estrada Rio-Lagoinha	Passado Presente Futuro
Manancial público	Depósito de resíduos perigosos	Água subterrânea (poço público)	Residências (torneira)	Ingestão Inalação Contato dérmico	Residentes do bairro Arvoredo	Passado Presente Futuro
Abastecimento público	Abastec. de água potável de Sta. Cecília	Água municipal	Residências e negócios em Sta. Cecília (torneira)	Ingestão	Usuários do suprimento de água de Santa Cecília	Passado Presente Futuro
Ar ambiente	Depósito de resíduos perigosos	Ar	Terrenos e construções próximos	Inalação	Residentes de Arvoredo e da Estrada Rio-Lagoinha	Passado Presente Futuro

Fonte: ATSDR (1992a; 1992b)

A história do sítio de estudo pode oferecer antecedentes sobre a descarga dos contaminantes. Baseando-se no período de operação e nas condições atuais, pode-se então definir o período que deve ser considerado quando se avalia uma rota de exposição. Devem ser observados cuidadosamente quanto aos contaminantes: localização ou ponto de emissão; histórico do armazenamento, disposição ou descarga; contaminantes e concentrações na fonte; taxas de emissões; frequência de descargas; período de operação; e estado atual.

Exemplo de fontes de contaminação: aterro de resíduos; área de detonação; área abertas de queima de resíduos; depósito confinado de resíduos; pilha de tambores; tanque de armazenamento; vala de disposição; lagoa com resíduos; etc.

4.2. Identificação do Meio Ambiental e Mecanismo de Transporte

Os meios ambientais incluem: materiais de resíduos, lixiviados, gás, lodos, solo superficial, subsolo, sedimentos, água superficial, água subterrânea (com subcategorias de poços/sistemas municipais, poços privados e de monitoramento), ar e biota.

A equipe de avaliação deve considerar os mecanismos de transporte e de transformação que podem influir na migração dos contaminantes através dos meios, começando dos meios já comprovadamente contaminados. A avaliação dos mecanismos de transporte pode auxiliar na investigação da contaminação e exposição potencial a jusante das áreas amostradas, e determinar a necessidade de efetuar estudos adicionais.

O transporte ambiental envolve movimentos de gases, líquidos e partículas sólidas dentro de um meio determinado e através de interfaces entre ar, água, sedimento, solo, plantas e animais.

Na liberação da substância para o ambiente, devem ocorrer:

- **Movimento** - Ex.: advecção/convecção em água, transporte em sedimento suspenso, ou através da atmosfera;
- **Transformação física** - Ex.: volatilidade, chuva;
- **Transformação química** - Ex.: fotólise, hidrólise, oxidação/redução, etc.;
- **Transformação biológica** - Ex.: biodegradação, etc.;
- **Acumulação** em um ou mais meios.

Categorias básicas dos mecanismos de transporte dos contaminantes, as quais devem ser investigadas pela equipe de avaliação, e a velocidade com que ocorre:

- **Emissão** - liberação ou descarga de material contaminado desde uma fonte;
- **Advecção ou Convecção** - a migração normal ou o movimento do contaminante através de um meio. Ex.: fluxo do ar, erosão do solo, movimento de massas, etc.;
- **Dispersão** - difusão do contaminante em um líquido, gás, ou fase sólida;
- **Atenuação** - biodegradação, adsorção, óxido/redução, hidrólise, etc.

Para cada meio contaminado pode haver vários mecanismos de transporte como observado no **Quadro c-3. Fatores de natureza química podem influenciar o destino dos contaminantes através do transporte ambiental**. São eles:

- **Solubilidade em Água** - Grau de 1 a 100.000 mg/L, referente à máxima concentração de um químico que se dissolve em uma determinada quantidade de água, é influenciada por condições ambientais como a temperatura e o pH. Os agentes químicos muito solúveis em água se adsorvem menos ao solo, sendo rapidamente lixiviados do solo contaminado para os corpos d'água superficial e subterrâneo, também tendem a ser menos voláteis e mais facilmente biodegradáveis. Os líquidos mais densos e não solúveis em água podem penetrar e sedimentar-se na base dos aquíferos.

Quadro c-3. Fatores Químicos e Fatores Específicos do Sítio que Afetam os Mecanismos de Transporte

Meio	Mecanismo de Transporte	Fatores Químicos que Afetam o Transporte	Fatores Específicos do Sítio que Afetam o Transporte
Água Subterrânea	Movimento de água subterrânea (via conexão hidrológica entre aquíferos ou com água superficial e materiais feitos pelo homem como poços, dutos e canais de esgoto imprópriamente revestidos)	- Densidade - Solubilidade em água - K_{OC}	- Hidrologia da zona (carste, depósitos aluviais, fraturas e continuidade entre aquíferos) - Precipitação - Índice de infiltração - Direção da água subterrânea - Profundidade do aquífero - Correntes afluentes e efluentes - Presença de outros compostos - Tipo de solo - Química do solo - Presença e condições dos poços (localização, profundidade, usos, mat. de revestimento e construção) - Canais de drenagem e de esgoto
	Volatilidade	- Solubilidade em água - Pressão de vapor - Constante da lei de Henry	- Profundidade ao nível hidrostático - Tipo de solo e cobertura - Condições climatológicas - Concentração dos contaminantes
	Adsorção a partículas de solo ou precipitação	- Solubilidade em água - K_{OW} - K_{OC}	- Presença de outros compostos - Tipo e química do solo
	Captação biológica	- K_{OW}	- Uso de água subterrânea na irrigação e consumo animal
Água Superficial	Fluxo por via terrestre (via drenagem natural ou canais artificiais)	- Solubilidade em água - K_{OC}	- Precipitação (frequência, duração) - Índice de infiltração - Cobertura de vegetação e uso do solo - Tipo e química do solo - Uso como água potável - Localização, largura e profundidade do canal, velocidade, fatores de diluição, direção do fluxo - Inundações - Áreas com fontes de descarga, pontuais ou não
	Volatilidade	- Solubilidade em água - Pressão de vapor - Constante da lei de Henry	- Condições climatológicas - Superfície da área - Concentração do contaminante
	Conexão hidrológica entre água superficial e água subterrânea	- Densidade	- Correntes afluentes e efluentes - Permeabilidade do leito da corrente - Tipo e química do solo
	Adsorção a partículas no solo	- Solubilidade em água - K_{OW} - K_{OC}	- Tamanho e densidade das partículas
	Sedimentação (de partículas suspensas e precipitadas)	- Densidade - Solubilidade em água	- Tamanho e densidade das partículas
	Captação biológica	- K_{OW} - Fator de bioconcentração	- Concentração dos agentes químicos - Presença de plantas e animais

Fonte: ATSDR (1992a; 1992b)

Quadro c-3. Fatores Químicos e Fatores Específicos do Sítio que Afetam os Mecanismos de Transporte (cont.)

Meio	Mecanismo de Transporte	Fatores Químicos que Afetam o Transporte	Fatores Específicos do Sítio que Afetam o Transporte
Biota	Bioacumulação	- K_{OW}	
	Bioconcentração	- Bioconcentração	
	Biomagnificação		- Presença de plantas e animais - Taxa de consumo
	Migração		- Atividades comerciais (agricultura, aquacultura, gado, leiteria) - Atividades desportivas (caça, pesca) - Espécies migratórias
	Adsorção ou absorção de vapor		- Tipo de solo - Espécies de plantas
	Captação pela raiz		- Profundidade da contaminação - Humidade do solo - Espécies de plantas
Ar	Aereolização	- Solubilidade em água	- Depósito de químicos sob pressão
	Deposição atmosférica	- Tamanho da partícula	- Chuva
	Volatilidade	- Constante da lei de Henry	
	Vento		- Velocidade, direção, estabilidade atmosférica
Solo (superficial e subsolo), Sedimento, Lodos, Resíduos de Materiais Perigosos (resíduos expostos, bota-fora de minas, resíduos líquidos, tambores)	<i>Runoff</i> (erosão do solo/escoamento superficial)	- Solubilidade em água - K_{OC}	- Presença de plantas - Tipo e química do solo - Taxa de precipitação - Configuração do solo e condição da superfície - Tipo de resíduo - Integridade do contaminante - Condições climáticas
	Lixiviação	- Solubilidade em água - K_{OC}	- Tipo de solo ou de resíduo - Porosidade e permeabilidade do solo - pH do solo - Capacidade de troca catiônica - Conteúdo de carbono orgânico - Integridade do contaminante - Condições climáticas
	Volatilidade	- Pressão de vapor - Constante da lei de Henry	- Propriedades físicas - Propriedades químicas - Tipo de resíduo - Integridade do contaminante - Condições climáticas
	Suspensão e ressuspensão		- Clima - Presença de plantas - Atividades no sítio - Chuva
	Captação biológica	- Fator de bioconcentração	- Propriedades do solo - Concentração de contaminantes
	Movimento de água subterrânea		- Tipo de resíduo - Integridade do contaminante - Condições climáticas

Fonte: ATSDR (1992a; 1992b)

- **Pressão de Vapor** - Refere-se à medida de volatilidade de um agente químico em estado puro, servindo para determinar a taxa de volatilização desde corpos d'água e solos superficiais contaminados para o ar, a qual é afetada pela temperatura, velocidade do vento, condições do solo, características de adsorção e a solubilidade em água do composto. Os químicos com pressões de vapor baixas e alta afinidade por solos ou água, têm menores probabilidades de evaporar-se para o ar.
- **Constante da Lei de Henry (H)** - Indica o grau de volatilidade de um químico em uma solução, levando em conta seu peso molecular, solubilidade e pressão de vapor. Um alto valor para a Lei de Henry, sugere que a inalação pode ser a via de exposição.

Quadro c-4. Classificação da Constante da Lei de Henry

Volatilidade	Classes do Valor (atm ³ /mol)
Não volátil	Menor que 3×10^{-7}
Volatilidade baixa	3×10^{-7} a 1×10^{-5}
Volatilidade moderada	1×10^{-5} a 1×10^{-3}
Volatilidade alta	Maior que 1×10^{-3}

Fonte: ATSDR (1992a; 1992b)

- **K_{OC} - Coeficiente de Partição de Carbono Orgânico** - Ou coeficiente de adsorção, ou coeficiente de partição solo/água. Refere-se à medida da tendência de um composto orgânico ser adsorvido por solos ou sedimentos. Os valores de K_{OC} vão de 1 a 10⁷, quando é alto indica que o químico orgânico se fixa à matéria orgânica do solo e menor quantidade se move para as águas superficiais e subterrâneas. Um K_{OC} baixo indica o oposto.

Quadro c-5. Classificação do K_{OC} (ml/g carbono orgânico)

Adsorção ao Solo	Valores do Coeficiente
Muito fraco	Menor que 10
Fraco	10 a 100
Moderado	100 a 1 000
Moderado a forte	1 000 a 10 000
Forte	10 000 a 100 000
Muito forte	Maior que 100 000

Fonte: ATSDR (1992a; 1992b)

- **K_{OW} - Coeficiente de Partição Octanol/Água** - Indica o potencial do agente químico de acumular-se na gordura animal ou potencial de bioconcentração, medindo sua distribuição em equilíbrio entre octanol e água. Agentes químicos com valores de K_{OW} altos (ex.: dioxinas, DDT e bifenilas policloradas) tendem a acumular-se em solos, sedimentos e biota, e se transferem ao homem através da cadeia alimentar. Os com valores de K_{OW} baixos (ex.: compostos orgânicos voláteis como tricloroetileno e

tetracloroetileno) tendem a se distribuir em água ou ar, sendo a inalação a via de exposição mais importante a ser considerada.

- **Fator de Bioconcentração (FBC)** - Refere-se à medida da magnitude da distribuição química em equilíbrio entre um meio biológico (ex.: o tecido de um organismo marinho) e um meio externo (ex.: a água), sendo determinado dividindo a concentração de equilíbrio (mg/kg) de um químico em um organismo ou tecido pela concentração do agente químico no meio externo.
- **Velocidade de Transformação e de Degradação** - Uma transformação chave para contaminantes orgânicos é a fotólise aquosa, que é a alteração de uma espécie química pela absorção de luz; a biodegradação, que é a ruptura de compostos orgânicos, é um processo importante na avaliação de solos. Embora seja difícil um cálculo exato da velocidade de transformação química e degradação, deve-se considerar as trocas físicas, químicas e biológicas de cada contaminante através do tempo, sendo que a transformação química é influenciada pela hidrólise, oxidação, fotólise e degradação microbiana.

Obs.: Valores referentes aos fatores de natureza química aqui mencionados para compostos químicos, podem ser encontrados:

- *Hazardous Substances Data Bank* (HSDB) do sistema TOXNET da Biblioteca Nacional de Medicina dos EUA: <<http://toxnet.nlm.nih.gov>> (com informações mais completas).
- Base de dados IRIS da U.S. EPA : <<http://www.epa.gov/iris/subst/index.html>> (também acessível através do sistema TOXNET).
- Perfis Toxicológicos da ATSDR: <<http://www.atsdr.cdc.gov/toxfaq.html>>.

Fatores de condições climáticas e de características físicas específicas do sítio de estudo, também podem influenciar o destino dos contaminantes através dos transportes ambientais, como observado no **Quadro c-3**. São eles:

- **Índices de precipitação anual** - Serve para estimar a quantidade do transporte de partículas pelo escoamento superficial (*runoff*), recarga de aquífero e conteúdo de umidade do solo. Contaminantes hidrossolúveis no solo migram e partículas e vapores na atmosfera são removidos, como efeito de altas taxas de precipitação anual.
- **Condições de temperatura** - Influem no índice de volatilidade e no movimento dos contaminantes.

- **Velocidade e direção dos ventos** - Influem no transporte e sedimentação gravitacional de partículas.
- **Características geomorfológicas** - A velocidade dos fluxos de água, o volume e a velocidade do escoamento superficial (*runoff*), o índice de erosão, características do solo e terrenos cársticos sobre pedras calcáreas, podem afetar o transporte dos contaminantes quando confrontados com os aspectos hidrológicos.
- **Características hidrogeológicas** - Os tipos e a localização de aquíferos, os quais revelam o nível do lençol freático e a condutividade hidráulica, tornando possível avaliar o perigo da zona de estudo quanto às fontes de água potável.
- **Canais de águas superficiais** - A localização, largura, profundidade, áreas de inundação, variações no fluxo de acordo com as estações, canais intermitentes, devem ser investigados no estudo do movimento dos contaminantes no sítio.
- **Características do solo** - Afetam os índices de percolação, recarga de aquíferos, lixiviação de contaminantes e transporte. Devem ser investigados a configuração, composição, porosidade, permeabilidade, capacidade de troca catiônica, pH, níveis de *background* de metais e compostos orgânicos do solo no sítio e no entorno, delimitando a zona contaminada.
- **Cobertura do solo e as características de vegetação** - Influem no índice de erosão, percolação e evaporação.
- **Flora e fauna** - Importante para a avaliação de risco ecológico e para o estudo da fonte alimentícia que participa da cadeia alimentar.
- **Obras públicas** - As canalizações de esgoto, bueiros e os canais de drenagem podem aumentar o movimento dos contaminantes.

O coordenador da avaliação de saúde deve revisar todos os dados colhidos e mencionar os meios que não foram amostrados.

A modelagem de transporte ambiental é utilizada em auxílio à análise qualitativa e quantitativa do transporte de contaminantes nas zonas de estudo, mas não deve substituir as decisões baseadas em amostras ambientais abrangentes e validadas. Alguns usos específicos da modelagem: avaliar e recomendar zonas de amostragem; identificar vazios de informação; descrever tendências temporais e espaciais da concentração de contaminantes em um ponto de exposição; estimar a duração da exposição; e estimar as

concentrações de contaminantes passadas e futuras nos pontos de exposição, quando não existe informação disponível.

Informação sobre o uso de modelos para o transporte ambiental de contaminantes, pode ser obtida no *Risk Assessment Guidance for Superfund: Volume I - Human Health Evaluation Manual, Part A, Interim final* (U.S. EPA, 1989), disponível no endereço eletrônico <<http://www.epa.gov/superfund/programs/risk/ragsa/index.htm>>.

4.3. Identificação de um Ponto de Exposição

O ponto de exposição é o ponto da rota no qual as pessoas entram em contato com um meio contaminado. Pode ser identificado através de usos passados, presentes e futuros do solo e dos recursos naturais. Possíveis pontos de exposição:

- **Água subterrânea:** poços para usos municipal, doméstico, industrial e agrícola, além de atividades recreacionais.
- **Água superficial:** fontes de água para irrigação, uso público, indústrias e gado.
- **Solo:** é um ponto de exposição tanto para os que trabalham como os que residem no local, considerando-se solo e subsolo, ambiente externo e ambiente interno (transporte via suspensão, deposição e pisadas).
- **Ar:** os pontos de exposição estão relacionados a contaminantes voláteis ou adsorvidos a partículas suspensas, o contato podendo ocorrer em ambiente externo ou interno. Para determinar a direção dos contaminantes transportados pelo ar, é apropriado a utilização de uma rosa dos ventos. Pode haver uma migração de contaminantes para as estruturas de uma edificação resultando em gases oriundos do solo, principalmente em porões.
- **Cadeia alimentar:** o ponto de exposição ocorre quando pessoas consomem plantas, animais e outros produtos alimentícios que tiveram contato com solos, sedimentos, resíduos industriais, água subterrânea, água superficial, ar ou biota contaminados.
- **Outros meios:** pontos de exposição como sedimentos contaminados para organismos aquáticos ou transportados a outras zonas e sendo utilizados como solo superficial; materiais de construção de sítios industriais ou comerciais contaminados podem ser removidos e usados fora do sítio; lodos resultantes de processos de tratamento de resíduos industriais ou municipais e materiais dragados.

4.4. Identificação de uma Via de Exposição

As vias de exposição são os meios pelos quais os contaminantes entram no organismo humano, tais como:

- **Ingestão de contaminantes** através da ingestão de água subterrânea, água superficial, solo e alimentos;
- **Inalação de contaminantes** do ar (gases, partículas de solo e poeira) e das águas subterrânea e superficial (vapores e aerossóis);
- **Contato dérmico** com contaminantes presentes na água, solo, ar, alimentos e outros meios;
- **Absorção dérmica** de contaminantes presentes na água, solo, ar, alimentos e outros meios.

No **Quadro c-6** estão as principais vias de exposição que devem ser consideradas para cada um dos meios ambientais. Após ter sido identificada cada via de exposição, determina-se sua duração e frequência.

Quadro c-6. Vias de Exposição Específicas de Cada Meio (ATSDR, 1992b)

MEIO AMBIENTAL	VIAS DE EXPOSIÇÃO
Água	1. Ingestão direta. 2. Contato e reação dérmicos; Contato e reação oculares. 3. Inalação secundária para uso caseiro.
Solo	1. Ingestão direta (principalmente por crianças de 9 meses a 5 anos). 2. Contato e reação dérmicos; Contato e reação oculares. 3. Inalação de compostos químicos voláteis provenientes do solo. 4. Inalação de poeira.
Ar	1. Inalação. 2. Contato e reação dérmicos; Contato e reação oculares.
Biota / Cadeia Alimentar	1. Consumo de plantas, animais ou produtos contaminados, secundário à ingestão de água contaminada. 2. Consumo de plantas, animais ou produtos contaminados, secundário à ingestão de solo, poeira ou ar contaminados. 3. Consumo de plantas, animais ou produtos contaminados, secundário à inalação ou evapotranspiração de ar contaminado. 4. Contato dérmico com/ou reação a plantas, animais ou produtos contaminados.
Meios Miscelâneos	1. Ingestão direta. 2. Contato e reação dérmicos; Contato e reação oculares. 3. Inalação secundária à volatilidade ou arraste dos contaminantes de meios miscelâneos. 4. Consumo de plantas ou animais contaminados, secundário ao contato com meios miscelâneos contaminados (ex.: resíduos expostos ou materiais de construção).

4.5. Identificação das Populações Receptoras

A população receptora é o elemento final da rota de exposição, no qual devem ser considerados: trabalhadores, residentes, população de passagem ou população flutuante, caçadores e pescadores. As populações expostas devem ser identificadas com o máximo de precisão, inclusive as vias de exposição para cada população (**Quadro c-7**).

Áreas residenciais, escolas, asilos, parques, áreas de recreação e vias de transporte das pessoas, devem ser assinaladas as distâncias à área contaminada, assim como praias, centros de atração turística, hotéis e estabelecimentos do gênero.

Para avaliar a probabilidade de exposição, o coordenador da avaliação deve considerar: Idade da população (estabelecendo grupos de alto risco, como crianças e anciãos); Condições climáticas (informações como tipo e frequência de atividades ao ar livre); Acessibilidade à zona de estudo (ex.: presença de cercas); Uso do solo e dos recursos naturais (áreas residenciais, áreas recreativas, fontes de alimentos, usos de água superficial, usos de água subterrânea, poços residenciais privados).

O coordenador da avaliação deve estimar o tamanho da população receptora para cada uma das rotas identificadas. Para tal, são indicadas as seguintes fontes de informação: associações de moradores; censos; agências estaduais e federais como departamentos de meio ambiente, companhias de água, unidades de saúde, secretarias de obras públicas, departamentos de geografia ou de estatística; administradores municipais; etc. Não se obtendo dados exatos, pode-se estimar a população através do número de residências no ponto de exposição, multiplicado pela média de indivíduos por habitação. As fontes e os métodos empregados devem ser sempre mencionados.

4.6. Categorização das Rotas de Exposição

Após a categorização das rotas de exposição, o coordenador da avaliação deverá resumir a informação e apresentá-la em quadros, contendo as rotas completas e/ou potenciais, a partir do modelo sugerido no **Quadro c-2**. Em seguida, discutirá e analisará junto à equipe de avaliação, a combinação dos cinco elementos para cada uma das rotas de exposição identificadas quanto às rotas completas e às rotas potenciais. O Componente Ambiental que é formado pelos três primeiros elementos (fonte, meio ambiental e ponto de exposição) e o Componente de Exposição Humana que é formado pelos outros dois elementos (via de exposição e população exposta), podem ser analisados juntos ou separadamente, mas o enfoque integrado é a alternativa mais apropriada.

Quadro c-7. Estimativa da População Afetada pelas Rotas de Exposição (exemplo)

Populações Expostas e <i>Populações Potencialmente Expostas</i> que são Afetadas por Rotas de Exposição Completas ou <i>Potenciais</i>						
Localização			Pessoas estimadas	Mercurio	TCE	P-CBSA
Residentes da Estrada Rio-Lagoinha			200	Solo superficial, Sedimento	Poço privado Ar ambiente	Poço privado
<i>Crianças até 2 anos</i>			<i>125</i>	<i>Areia, Solo superficial</i>	<i>Desconhecido</i>	<i>Desconhecido</i>
Crianças da escola primária de Santa Cecília			249	Solo superficial, Sedimento	Desconhecido	Desconhecido
Pessoas que se alimentam do pescado do rio Água Doce	Estrada Rio -Lagoinha	Passado	75	Pescado	Exposição simultânea	Exposição simultânea
		Presente	0			
	outros	Passado	Desconhecido			
		Presente	250			
Residentes do bairro Arvoredo			400	Solo superficial, Sedimento	Manancial público, Ar	Não exposto
Pessoas que moram às margens do rio Tatu e próximo aos aluviões	Residentes		10	Solo, Sedimento	Não exposto	Não exposto
	Crianças que brincam		Desconhecido	Solo, Sedimento	Desconhecido	Desconhecido
Casas de Santa Cecília cuja água das torneiras foram amostradas	7	<i>Solo de Santa Cecília</i>	Não exposto	Não exposto	Não exposto	Não exposto
	<i>Residentes de Santa Cecília</i>	<i>36 029</i>	<i>Solo superficial de Santa Cecília</i>	<i>Não exposto</i>	<i>Não exposto</i>	<i>Abastecimento de água potável</i>
		<i>Trabalhadores no sítio</i>	<i>Desconhecido</i>	<i>Trabalhador/catador de resíduos</i>	<i>Trabalhador/catador de resíduos</i>	<i>Trabalhador/catador de resíduo</i>

Obs.: As rotas de exposição potenciais estão apresentadas em *itálico*.

Fonte: ATSDR (1992b)

4.6.1. Rotas de Exposição Completas

É a de maior importância na avaliação de saúde. Uma rota de exposição é completa quando é interligada pelos cinco elementos: fonte de contaminação; meio ambiental afetado e mecanismo de transporte; ponto de exposição; via de exposição ou de entrada no organismo; e população receptora. Seja a rota de exposição passada, presente ou futura, a população será considerada como exposta.

4.6.2. Rotas de Exposição Potenciais

Uma rota de exposição é potencial quando falta um ou mais dos elementos que compõem uma rota de exposição completa, assim como rotas de modelagem onde se

preencheram vazios de informação. Uma rota de exposição potencial indica que a exposição a um contaminante pode ter ocorrido no passado, pode estar ocorrendo no presente ou poderá ocorrer no futuro. Considera-se uma rota de exposição potencial futura, quando no ponto de exposição não se encontra evidência atual de contaminação.

5. Implicações para a Saúde Pública

A equipe de avaliação deve associar o potencial de exposição humana que tem o sítio, com os efeitos na saúde decorrentes das condições específicas atuais do sítio ou que podem ter ocorrido no passado.

5.1. Avaliação Toxicológica

Na determinação dos efeitos de saúde potenciais resultantes das exposições aos contaminantes, o coordenador da avaliação deve considerar fatores médicos, toxicológicos, demográficos e ambientais.

5.1.1. Estimativa da Exposição e Normas de Saúde

A estimativa das exposições a substâncias perigosas, deve focar condições passadas, atuais e futuras do sítio. O coordenador da avaliação deve considerar também o impacto de atividades de remediação e remoção, e mudanças nos usos do sítio.

Para a estimativa de exposições, alguns fatores devem ser considerados: Duração da Exposição (determina o risco crescente e total); Frequência da Exposição; Flutuação da Exposição (se é contínua ou intermitente); Biodisponibilidade (absorção dos contaminantes pelo corpo em animais e humanos).

Os valores de GAMA incorporam dados de exposições assumidas como padrões. Entretanto, em alguns sítios, as condições existentes podem resultar em exposições que diferem daquelas usadas para derivar os valores de GAMA. Nestes casos, o coordenador da avaliação pode empregar a metodologia a seguir para uma maior precisão das exposições específicas do sítio. A partir da dose de exposição obtida, então se poderá comparar com outros valores de toxicidade como os MRLs (ver Anexo D), para determinar se a exposição implica em um perigo potencial para a saúde.

A equação para estimar a Dose de Exposição resultante do contato com o meio contaminado é:

$$DE = \frac{C \times TI \times FE}{PC} \quad \text{onde,}$$

DE = dose de exposição

C = concentração do contaminante

TI = taxa de ingresso (ingestão, inalação, etc.) do meio contaminado

FE = fator de exposição

PC = peso corporal = 10 kg infante; 16 kg crianças (3-6 anos); 70 kg adultos

O Fator de Exposição se aplica em casos de exposições irregulares ou intermitentes.

$$FE = \frac{\text{frequência de exposição} \times \text{duração da exposição}}{\text{tempo de exposição}}$$

Ex.: Uma criança entra em contato com solo contaminado 2 vezes por semana, por um período de 5 anos.

$$FE = \frac{(2 \text{ dias/semana}) \times (52 \text{ semanas/ano}) \times 5 \text{ anos}}{(365 \text{ dias/ano}) \times 5 \text{ anos}} = 0,28$$

1º) Estimativa da Dose de Exposição por Inalação

$$DIar = \frac{C \times TI \times FE}{PC} \quad \text{onde,}$$

DIar = dose de exposição por inalação de ar (mg/kg/dia);

C = concentração do contaminante (mg/m³);

TI = taxa de inalação (m³/dia);

FE = fator de exposição (sem unidade);

PC = peso corporal (kg)

Valores Padrões de Inalação Diária:

Homem = 23 m³; Mulher = 21 m³; Criança de 10 anos = 15 m³; Infante de 1 ano = 3,8 m³; Recém-nascido = 0,80 m³.

2º) Estimativa da Dose de Exposição por Ingestão de Água

$$DIag = \frac{C \times TI \times FE}{PC} \quad \text{onde,}$$

DIag = dose de exposição por ingestão de água (mg/kg/dia);

C = concentração do contaminante (mg/L);

TI = taxa de ingestão de água (L/dia);

PC = peso corporal (kg).

Valores Padrões de Ingestão de Água Potável

Média diária de ingestão de água para adultos = 2 L/dia

Média diária de ingestão de água para crianças = 1 L/dia

Ex.: Considerando-se a exposição a uma fonte primária de abastecimento que está contaminada com 350 mg/L de cloreto de metila, para calcular a dose de exposição em adultos, assumindo-se um peso corporal de 70 kg e uma taxa de ingestão de água de 2 L/dia.

$$DI_{ag} = \frac{C \times TI \times FE}{PC} = \frac{350 \text{ mg/L} \times 2 \text{ L/dia} \times 1}{70 \text{ kg}} = 10 \text{ mg/kg/dia}$$

Para crianças, assume-se um peso médio de 10 kg e um índice de ingestão de água de 1 L/dia:

$$DI_{ag} = \frac{C \times TI \times FE}{PC} = \frac{350 \text{ mg/L} \times 1 \text{ L/dia} \times 1}{10 \text{ kg}} = 35 \text{ mg/kg/dia}$$

3º) Estimativa da Dose de Exposição por Ingestão de Solo

$$DI_s = \frac{C \times TI \times FE \times 10^{-6}}{PC} \quad \text{onde,}$$

DI_s = dose de exposição por ingestão de solo (mg/kg/dia);

C = concentração do contaminante (mg/kg);

TI = taxa de ingestão de solo (mg/dia);

FE = fator de exposição (sem unidade);

PC = peso corporal (kg).

Um fator de conversão de 10^{-6} é necessário para converter a concentração do contaminante do solo (C) de mg/kg para mg/mg.

Ex.: Considerando-se um cenário de exposição a um solo contaminado com uma concentração de 100 mg/kg de algum químico, a TI para adultos de 50 mg/dia, assumindo-se que os indivíduos se encontram expostos durante 5 dias na semana, durante 50 semanas por ano num espaço de 30 anos.

$$FE = \frac{\text{frequência de exposição} \times \text{duração da exposição}}{\text{tempo de exposição}}$$

$$FE = \frac{(5 \text{ dias/semana}) \times (50 \text{ semanas/ano}) \times 30 \text{ anos}}{(365 \text{ d/ano}) \times 70 \text{ anos}} = 0,29$$

$$DI_s = \frac{C \times TI \times FE \times 10^{-6}}{PC} = \frac{100 \text{ mg/kg} \times 50 \text{ mg/dia} \times 0,29 \times 10^{-6}}{70 \text{ kg}} = 2 \times 10^{-5} \text{ mg/kg/dia}$$

4º) Estimativa da Dose de Exposição por Ingestão de Alimento

$$DI_{al} = \sum_{i=1}^n \frac{CL_i \times TC_i \times FE}{PC} \quad \text{onde}$$

DI_{al} = dose de exposição por ingestão de alimento (mg/kg/dia);

CL_i = concentração do contaminante no grupo de alimentos i (mg/g);

TC_i = taxa de consumo de alimentos do grupo i (g/dia) - Obs.: Deve ser feito um levantamento entre a população local para se obter informação sobre o tipo de alimento, frequência e quantidade de ingestão diária, cujos costumes variam de região para região;

FE = fator de exposição (sem unidade);

PC = peso corporal (kg);

n = número total de grupo de alimentos;

Σ = somatório.

5º) Estimativa da Dose de Absorção Dérmica por Contato com Água Contaminada

$$DD_{ag} = \frac{C \times P \times AS \times TE \times 1 \text{ litro}}{PC \times 1\,000 \text{ cm}^3} \quad \text{onde,}$$

DD_{ag} = dose de absorção dérmica por contato com água (mg/kg/dia);

C = concentração do contaminante em água (mg/L);

P = constante de permeabilidade (cm/hr);

AS = área da superfície corporal exposta (cm²);

TE = tempo de exposição (horas/dia);

PC = peso corporal (kg).

O termo 1 litro/1 000 cm³ é uma constante de conversão volumétrica.

Valores Padrões de Exposição Dérmica

Quadro c-8. Percentual 50 da Área da Superfície Corporal Total (cm²)

Idade (anos)	Homem	Mulher
3 < 6	7 280	7 110
6 < 9	9 310	9 190
9 < 12	11 600	11 600
12 < 15	14 900	14 800
15 < 18	17 500	16 000
18 - 70	19 400	16 900

Fonte: ATSDR (1992a; 1992b)

Quadro c-9. Percentual 50 da Área da Superfície de Parte Específica do Corpo em Homens (cm²)

Idade (anos)	Braços	Mãos	Pernas
3 < 4	960	400	1 800
6 < 7	1 100	410	2 400
9 < 10	1 300	570	3 100
18 - 70	2 300	820	5 500

Fonte: ATSDR (1992a; 1992b)

6º) Estimativa da Dose de Absorção Dérmica por Contato com Solo Contaminado

$$DDs = \frac{C \times A \times FB \times FE \times 10^{-6}}{PC} \quad \text{onde,}$$

DDS = dose de absorção dérmica por contato com solo (mg/kg/dia);

C = concentração do contaminante no solo (mg/kg);

A = quantidade total de solo aderido à pele (mg);

FB = fator de biodisponibilidade (sem unidade);

FE = fator de exposição (sem unidade);

PC = peso corporal (kg).

Um fator de conversão 10⁻⁶ kg/mg é necessário para converter a concentração do contaminante do solo (C) de mg/kg para mg/mg.

A quantidade total de solo aderido à pele é estimada como o produto da área dérmica exposta e a concentração de aderência do solo.

Quadro c-10. Valores Padrões de Exposição Dérmica ao Solo

Idade (anos)	Peso corporal (kg)	Área total da superfície (cm ²)	% da área exposta	Área exposta (cm ²)	Total do solo aderido (mg)
0 - 1	10	3 500	30	1 050	2 100
1 - 11	30	8 750	30	2 625	5 250
12 - 17	50	15 235	28	4 300	8 600
18 - 70	70	19 400	24	4 700	9 400

Fonte: ATSDR (1992a; 1992b)

Ex.: Estimar uma média de dose de absorção dérmica para uma criança que esteve exposta a um solo com um nível de contaminação de 100 mg/kg por dia desde o seu nascimento até os 11 anos de idade. Assume-se que a média da área da superfície dérmica exposta durante este tempo é de 30% e que o fator de biodisponibilidade para o contaminante é de 0,1.

$$DDs = \frac{C \times A \times FB \times FE \times 10^{-6}}{PC} + \frac{C \times A \times FB \times FE \times 10^{-6}}{PC}$$

(exposição de 0 - 1 ano + exposição de 1 - 11 anos)

$$= \frac{100 \text{ mg/kg} \times 2100 \text{ mg} \times 0,1 \times (1/11) \times 10^{-6}}{10 \text{ kg}} + \frac{100 \text{ mg/kg} \times 5250 \text{ mg} \times 0,1 \times (10/11) \times 10^{-6}}{30 \text{ kg}}$$

$$= 0,002 \text{ mg/kg/dia}$$

Após a estimativa das exposições, deve-se comparar as exposições de interesse com as **normas vigentes**:

- **Critérios Ambientais** - São normas ou critérios referentes às concentrações específicas de um composto, aceitáveis no meio ambiente, ao qual seres humanos podem expor-se através de uma rota de exposição específica.
- **Normas de Saúde Toxicológicas ou Médicas** - O coordenador da avaliação deve comparar as estimativas da dose de exposição com valores básicos como os MRLs para substâncias tóxicas ou outros valores de referência. O coordenador da avaliação deve considerar o potencial de acumulação das doses do contaminante através das vias de exposição. Quando sucede uma exposição simultânea a compostos múltiplos, podem ocorrer efeitos aditivos, sinérgicos ou antagônicos recíprocos, cujos efeitos toxicológicos de perigo à saúde pública devem ser evidenciados pelo coordenador da avaliação. Os efeitos de impacto à saúde podem ser modificados por fatores específicos do hóspede, como deficiências nutricionais, condições de estilo de vida, idade, sexo e enfermidades pré-existentes.

5.1.2. Efeitos na Saúde Relacionados com a Exposição

A equipe de avaliação deve procurar a melhor informação toxicológica e médica disponível para determinar os efeitos na saúde relacionados à exposição a contaminantes no sítio. Fontes: livros de texto de toxicologia, revistas científicas de toxicologia ambiental ou de saúde ambiental, e perfis toxicológicos específicos para compostos e bancos de dados eletrônicos como o HSDB (ver seção 4.2 deste manual).

O coordenador da avaliação deve indicar se as exposições são agudas (14 dias ou menos), intermediárias (15 a 364 dias) ou crônicas (365 dias ou mais).

5.1.3. Avaliação dos Fatores que Influem nos Efeitos Adversos à Saúde

Fatores toxicológicos e médicos pertinentes à população podem incrementar ou mitigar os efeitos adversos à saúde resultantes da exposição a contaminantes no sítio:

- Distribuição do composto dentro do corpo após a ingestão, inalação ou contato;

- Órgãos alvo (acarretando maior ou menor toxicidade);
- Toxicocinética da substância, como a transferência para o leite de vaca ou o leite materno;
- Indução enzimática, que pode influir na toxicidade química;
- Efeito acumulativo de exposições a agentes químicos que se bioacumulam no corpo;
- Tolerância química revelada por sensibilidade diminuída resultante de exposição prévia ao mesmo composto tóxico ou outro estruturalmente relacionado;
- Efeitos imediatos (após uma única exposição) *versus* efeitos tardios (*n* exposições);
- Efeitos reversíveis *versus* irreversíveis (a habilidade dos órgãos afetados para se regenerarem);
- Efeitos locais *versus* sistêmicos (se o efeito ocorre no local do primeiro contato ou o químico deve ser absorvido e distribuído antes de se manifestar);
- Reações idiossincráticas ou de hipersensibilidade (reatividade anormal, geneticamente determinada, em algumas pessoas: sensibilidade extrema a doses baixas ou insensibilidade extrema a doses altas, de substância tóxica);
- Reações alérgicas (sensibilização prévia a determinadas substâncias);
- Efeitos do agente químico em órgão previamente enfermo.

A identificação das subpopulações no sítio e no entorno, também podem incrementar ou diminuir os efeitos adversos à saúde resultantes da exposição a contaminantes no sítio:

- **Subpopulações Sensíveis** - determinadas pela idade, sexo, antecedentes genéticos, estado nutricional, estado de saúde e estilo de vida ou fatores socioeconômicos;
- **Subpopulações de Trabalhadores** - são consideradas as populações que já vinham trabalhando no local, os trabalhadores envolvidos na remediação do sítio e os familiares destes que podem estar expostos através do contato com as roupas de trabalho ou outros utensílios secundários;
- **Subpopulações Expostas Específicas do Sítio** - indivíduos que podem ter um risco incrementado devido a uma maior sensibilidade, um estado de saúde deteriorado, exposições ocupacionais concomitantes, ou por outras razões.

O monitoramento biológico, conforme Díaz-Barriga (1998), aponta o estado nutricional da população, o qual está relacionado com a capacidade de resistência aos contaminantes ambientais. O cálcio e o ferro, por exemplo, são capazes de diminuir a

absorção de contaminantes como o chumbo, o cádmio e o manganês. Um indivíduo com deficiência nutricional, o que é um fato rotineiro em algumas populações no Brasil, é mais suscetível aos efeitos tóxicos das substâncias químicas contaminantes. Díaz-Barriga sugere que sejam utilizados dois biomarcadores nutricionais: o peso corporal e os níveis sanguíneos de ferro (incluindo a capacidade de fixação). Podem ser usados outros indicadores (ex.: vitaminas). A avaliação dos biomarcadores nutricionais deve ser efetuada simultaneamente à avaliação dos biomarcadores de exposição, e realizada uma correlação entre o nível de exposição e o nível de nutrição. Os indivíduos desnutridos que registrarem resultados positivos quanto aos biomarcadores de exposição, deverão ser considerados sujeitos a alto risco, para os quais deverão ser direcionados programas de vigilância epidemiológica.

Ao se discutir as preocupações da comunidade por sua saúde devido a exposições passadas, o coordenador da avaliação deve revisar os dados anteriores sobre efeitos na saúde da comunidade em questão, tais como informações sobre morbidade e registros de enfermidades, para avaliar a correlação entre as exposições passadas e os efeitos na saúde no passado e no presente. Também deve fazer recomendações apropriadas para mitigar as exposições futuras.

Quando já foram tomadas medidas de remediação ou respostas de emergência, o coordenador da avaliação deve considerar os efeitos dessas medidas para a saúde. Se a remediação do sítio está sendo efetuada ou se é anunciada para um momento posterior, ele deve determinar os efeitos prováveis que ela terá para a saúde.

Além dos perigos químicos e biológicos para a saúde, durante a visita ao sítio, o coordenador da avaliação pode identificar perigos físicos geralmente representados por depósitos descontrolados de resíduos domésticos ou entulhos de construções, principalmente em sítios abandonados.

5.2. Avaliação dos Dados sobre Efeitos na Saúde

O coordenador da avaliação deve identificar os efeitos na saúde a partir de informações toxicológica e ambiental desenvolvidas previamente. Além de guia para a determinação de ações de seguimento de saúde apropriadas, os dados sobre os efeitos na saúde servem para informar padrões de efeitos específicos, para comparar a prevalência de um efeito específico entre populações diferentes, para informar o estado de saúde geral da comunidade que vive em torno do sítio, e para discutir as preocupações da comunidade por sua saúde. Os efeitos na saúde equivalem à caracterização do risco numa avaliação de risco.

5.2.1. Critérios para Avaliar os Dados sobre os Efeitos na Saúde

Os dados sobre efeitos na saúde devem ser avaliados para os efeitos carcinogênicos e os não-carcinogênicos, refletindo a natureza e extensão das exposições e os efeitos toxicológicos e fisiológicos adversos resultantes destas exposições.

1º) Efeitos Carcinogênicos

- Estabelecer a existência de uma rota de exposição completa.
- Determinar se os agentes químicos associados à rota de exposição completa são carcinogênicos, a partir de classificações existentes que podem ser acessadas: *National Toxicology Program - NTP* (<<http://ehis.niehs.nih.gov/roc/toc9.html>>); *Chemical Carcinogenesis Research Information System - CCRIS*, desenvolvido pelo *National Cancer Institute - NCI* (<<http://toxnet.nlm.nih.gov>>); *International Agency for Research on Cancer - IARC* (<<http://www.iarc.fr>>); *U.S. Environmental Protection Agency -U.S. EPA* (<<http://www.epa.gov/iris/subst/index.html>>); etc. Para cada rota, identificar quando começou a exposição, observando-se período de latência de pelo menos 10 anos entre a exposição e o diagnóstico.
- Avaliar as conseqüências do câncer para todos os órgãos, utilizando-se dados científicos pré-existent além dos obtidos em atividades de saúde pública.
- Determinar o número de indivíduos expostos, relacionando-os a cada carcinogênico químico, uma rota de exposição completa e o lugar onde vivem.
- Identificar e caracterizar os dados sobre efeitos na saúde disponíveis que incluem a população exposta.

Segundo Díaz-Barriga (1998), na caracterização do risco cancerígeno pode-se utilizar dois fatores:

- **Fator Potencial de Câncer (FPC)**, em que uma dose = (mg/kg/dia)⁻¹:
 - a) Estima-se a dose de exposição para adulto e se obtém um valor em mg/kg/dia.
 - b) Multiplica-se a dose pelo FPC e se obtém o risco individual. Deve-se considerar os fatores de exposição para efeitos não crônicos (ex.: um trabalhador que esteve exposto durante 2 anos a uma substância cancerígena, o produto da multiplicação dose x FPC, multiplica-se por 2/70).
 - c) O risco individual se multiplica pelo total da população (incidência de câncer).

Exemplo:

- a) Supondo-se que para o contaminante X14 se calculou uma dose de 3×10^{-3} mg/kg/dia e a literatura indica que o FPC para o X14 é de 2×10^{-2} mg/kg/dia⁻¹.
 - b) Multiplicando-se a dose pelo FPC se obtém um risco individual de 6×10^{-5} , o qual indica uma probabilidade individual de 6 casos de câncer em 100 000 indivíduos.
 - c) Para uma população de 5 milhões de habitantes, multiplica-se $(6 \times 10^{-5}) \times (5 \times 10^6)$ e tem-se um risco de 300 novos casos de câncer pela presença do contaminante X14.
- **Unidade de Risco (UR)**, em que uma concentração = (mg/kg ou mg/m³)⁻¹: procede-se da mesma forma que no FPC, só que ao invés de se utilizar a dose, se emprega a concentração ambiental do contaminante

2º) Efeitos Não-Carcinogênicos

- Estabelecer se existe uma rota de exposição completa.
- Identificar os efeitos diferentes de câncer possíveis, com base nas características toxicológicas de cada composto químico da rota de exposição completa.
- Selecionar os de efeitos adversos ao homem e aos animais.
- Determinar o número de indivíduos expostos, relacionando-os a cada químico, uma rota de exposição completa e o lugar onde vivem.
- Identificar e caracterizar os dados sobre efeitos na saúde disponíveis que incluem a população exposta.

Os dados biológicos obtidos, carcinogênicos e não-carcinogênicos, devem ser avaliados e discutidos para se obter um resultado, e depois relacionados com as implicações globais na saúde pública do sítio, como os dados microbiológicos e a preocupação da comunidade quanto ao impacto na saúde e no ambiente.

5.3. Avaliação das Preocupações da Comunidade com sua Saúde

O coordenador da avaliação deve discutir cada preocupação de saúde manifestada pela comunidade e anotar na seção de Preocupações da Comunidade com sua Saúde, da avaliação de saúde. O coordenador utiliza dados sobre contaminação ambiental, análise das rotas de exposição e dados sobre efeitos na saúde.

É importante frisar que a exposição da preocupação pela saúde deve ser a expressada pela comunidade, e não a maneira que foi interpretada pelo coordenador da avaliação.

6. Conclusões e Recomendações

As recomendações devem acompanhar paralelamente as conclusões obtidas. As conclusões devem comunicar claramente as implicações para a saúde relacionadas ao sítio, as preocupações da comunidade e os casos em que as informações sobre a saúde e o ambiente são insuficientes. A primeira conclusão de uma avaliação de saúde é a identificação do nível de perigo que representa o sítio avaliado, classificando-o em uma das categorias de perigo para a saúde pública, com base nas rotas de exposição humana e suscetibilidade da população exposta, permitindo uma comparação dos níveis de exposição humana com as normas aplicáveis e a avaliação dos dados de efeitos na saúde da comunidade. A partir destes resultados, é possível decidir sobre a necessidade de ações para reduzir a exposição humana a substâncias perigosas no sítio, ou se são necessários dados adicionais sobre riscos à saúde ou uma amostragem ambiental mais ampla que viriam cobrir vazios de informação.

Após a avaliação das preocupações da comunidade por sua saúde, os dados resultantes devem participar da seção de Conclusões da Avaliação de Saúde, abrangendo ações recomendáveis para o enfoque. É apropriado incluir conclusões sobre rotas de exposição, quando estas podem ter sido afetadas por atividades de remediação ou possam contribuir para exposições futuras potenciais.

Fatores importantes que devem ser considerados na seleção da categoria de perigo de saúde apropriada:

- Presença de rotas de exposição potenciais ou completas;
- As concentrações ambientais do contaminante dentro e fora do sítio;
- O potencial de fontes de exposição múltiplas;
- Interações de contaminantes;
- Presença de subpopulações sensíveis;
- Possibilidade de exposições crônicas ou agudas;
- Natureza dos efeitos tóxicos associados com os contaminantes do sítio;
- Dados sobre efeitos na saúde específicos para a comunidade;
- Preocupações da comunidade por sua saúde;
- Presença de perigos físicos.

6.1. Categorias de Perigo para a Saúde Pública

Uma avaliação de saúde identifica o nível de perigo que representa um sítio, entre quatro categorias, a partir de alguns critérios e propondo-se ações apropriadas (**Quadro c-11**):

Categoria I - Perigo Urgente para a Saúde Pública: requer ação corretiva imediata.

Sítios que atribuem perigo urgente para a saúde pública, como resultado de exposições de curta duração (menos de um ano) a substâncias perigosas. Critérios:

- Existe evidência da ocorrência de exposições (passado, presente ou futuro);
- As exposições a curto prazo podem causar efeitos adversos à saúde em qualquer segmento da população receptora (em efeitos tóxicos não-carcinogênicos, excedem os níveis de risco mínimo agudo ou intermediário estabelecidos);
- Dados de efeitos adversos à saúde da comunidade indicam que o sítio sofreu um impacto adverso à saúde humana, que requer uma intervenção imediata;
- Perigos físicos no sítio representam risco iminente de dano físico.

Categoria II - Perigo para a Saúde Pública: requer ação corretiva mediata.

Sítios que atribuem perigo à saúde pública, como resultado de exposição de longa duração (mais de um ano) a substâncias perigosas. Critérios:

- Existe evidência da ocorrência de exposições (passado, presente ou futuro);
- As exposições de longo prazo podem causar efeitos adversos à saúde em qualquer segmento da população receptora (em efeitos tóxicos não-carcinogênicos, excedem os níveis de risco mínimo crônico estabelecidos);
- Dados de efeitos adversos à saúde da comunidade indicam que o sítio sofreu um impacto adverso à saúde humana, que requer intervenção.

Categoria III - Perigo Indeterminado para a Saúde Pública: requer vigilância ambiental e epidemiológica.

- Dados disponíveis limitados e ausência de informações para todos os meios ambientais aos quais os indivíduos podem estar expostos, que não evidenciam a ocorrência de exposições a níveis de contaminação de efeitos adversos à saúde;
- Inexistência ou insuficiência de dados sobre efeitos na saúde da comunidade que indiquem que o sítio sofreu impactos adversos.

Categoria IV - Ausência de Perigo para a Saúde Pública. Sítios que não atribuem perigo à saúde pública, mesmo já tendo ocorrido alguma exposição humana a meios contaminados, desde que a exposição seja abaixo do nível de perigo à saúde. Critérios:

- Não existe evidência da ocorrência de exposições (passado, presente ou futuro) ou se existe, as exposições não excedem um MRL crônico estabelecido;
- Estão disponíveis dados para todos os meios ambientais aos quais os seres humanos estão expostos;
- Inexistência de dados sobre efeitos de saúde na comunidade que indiquem que o sítio sofreu impactos adversos

Quadro c-11. Ações de Saúde Pública (adaptado de ATSDR, 1992a; 1992b)

Ações de Saúde Pública	Cat. I	Cat. II	Cat. III	Cat. IV
Estudo de indicadores biológicos de exposição	Sim	Sim	-	-
Provas biomédicas	Sim	Sim	-	-
Investigação de saúde comunitária	Sim	Sim	Sim	Sim
Estudo de prevalência de sintomas e enfermidades	Sim	Sim	Sim	-
Estudo de caso e/ou investigação de grupo	Sim	Sim	Sim	-
Registros	Sim	Sim	-	-
Sistema de informação aos residentes	Sim	Sim	Sim	Sim
Vigilância específica do lugar	Sim	Sim	-	-
Revisão de estatística de saúde	Sim	Sim	Sim	-
Educação dos profissionais de saúde e para saúde comunitária	Sim	Sim	Sim	Sim
Investigação específica de uma substância	Sim	Sim	-	-
Nenhuma	-	-	-	Sim

Obs.: Se o resultado das ações referentes à categoria III acusarem que houve ou está havendo exposição humana a substâncias perigosas a níveis de interesse para a saúde pública, recomenda-se as ações restantes das Categorias I e II.

6.2. Recomendações

As recomendações correspondem às conclusões identificadas previamente e na categoria de perigo ao sítio (**Quadro c-12**). Para sítios que apresentam um perigo de saúde pública urgente, deve-se emitir uma notificação de saúde que é enviada a outras agências de saúde pública. A notificação de saúde recomenda medidas que devem ser tomadas para reduzir ou eliminar exposições e conseqüentemente o risco à saúde humana. As recomendações em geral podem ser direcionadas para:

1º) Recomendações para Instrumentar Ações que Protejam a Saúde Pública

O coordenador da avaliação pode fazer recomendações para a remoção ou medidas de remediação no sítio para prevenir uma exposição posterior, ou pode recomendar

estudos adicionais sobre as populações para definir melhor a magnitude da exposição e os efeitos na saúde resultantes. Deve-se considerar também as ações ou recomendações para proteger e garantir a segurança dos trabalhadores envolvidos nas medidas de remediação.

As recomendações devem atingir as seguintes rotas de exposição:

a) Exposição humana inaceitável a contaminantes na água. Recomendações:

- Proporcionar uma fonte de água alternativa;
- Fechar o abastecimento público de água ou iniciar o tratamento ou remoção de contaminantes;
- Evacuar as propriedades afetadas pelas emissões superficiais de água, até o controle da situação;
- Restringir todo acesso público ao sítio ou à zona contaminada;
- Continuar com o monitoramento da migração de contaminantes em águas subterrâneas;
- Recomendar dar maior prioridade ao sítio.

b) Exposição humana inaceitável através de solo contaminado. Recomendações:

- Restringir o acesso ao sítio;
- Ações de remediação para prevenir o contato e o transporte do solo contaminado.

c) Exposição humana inaceitável através da cadeia alimentar. Recomendações:

- Notificação pública pelas autoridades de que o pescado, os animais de caça ou plantas silvestres estão contaminados;
- Proibição do consumo local e do transporte de produtos alimentícios contaminados a outros locais para seu consumo.

2º) Recomendações para Conduzir Ações de Saúde Pública

As ações de saúde pública são as recomendações finais que acompanham cada avaliação de saúde (**Quadro c-11**). São três tipos principais de ações: educação de saúde ambiental, estudos de saúde e investigação aplicada específica à substância.

As ações de saúde pública podem ser complementares ou planejadas. Geralmente, as ações complementares finalizam investigações pré-existentes, e as planejadas envolvem investigações recomendadas que podem ser realizadas pela própria agência responsável pela avaliação de saúde ou em cooperação com outros departamentos de saúde.

3º) Recomendações para Obter Informação Ambiental Adicional

Algumas vezes a informação é insuficiente ou não está disponível, impedindo assim, que se determine de forma adequada as características ambientais do sítio, os tipos e a extensão da contaminação e a localização das populações potencialmente receptoras. A informação requerida e a forma de ser obtida devem constar nas recomendações da avaliação de saúde.

Quadro c-12. Categorias de Conclusões, Recomendações e Ações de Saúde Pública (adaptado de ATSDR, 1992a; 1992b)

Categorias de Conclusões	Exemplo de Recomendação	Exemplo de Ação de Saúde Pública
I: Perigo Urgente para a Saúde Pública	- Dissociar as pessoas da exposição a substâncias perigosas no sítio	- Assessoria em saúde pública - Conduzir um exame de chumbo no sangue para determinar se existe uma ameaça imediata à saúde pública para a comunidade que vive perto do sítio
II: Perigo para a Saúde Pública	- Restringir o acesso a áreas contaminadas	- Conduzir indicadores biomédicos de estudo de exposição ou prova biológica para validar exposições
III: Perigo Indeterminado para a Saúde Pública	- Fazer um levantamento de poços privados para melhor identificar a população exposta	- Conduzir uma investigação de saúde comunitária para caracterizar a população de risco
IV: Ausência de Perigo para a Saúde Pública	1º) Nenhuma 2º) Quando houver baixo potencial de exposição, conduzir um monitoramento periódico nos poços privados da área, para assegurar-se de que não está ocorrendo exposição a substâncias perigosas em níveis de interesse para a saúde pública	1º) Nenhuma 2º) Quando houver baixo potencial de exposição, conduzir um programa de educação para a saúde que ajude os residentes compreenderem seu potencial de exposição

7. Formato para a Avaliação de Saúde

Numa retrospectiva, primeiro a equipe de avaliação visitou a zona de estudo, depois revisou os documentos disponíveis e completou a avaliação de saúde. Finalmente, o coordenador da avaliação deverá escrever a avaliação de saúde seguindo um formato padronizado e utilizando terminologia ambiental e médica acessíveis ao público em geral.

Quadro c-13. Formato para a Avaliação de Saúde (adaptado de ATSDR, 1992a; 1992b)

1. Resumo	6. Implicações para a Saúde Pública
2. Antecedentes de Informações Básicas do Sítio	7. Conclusões e Recomendações
3. Preocupações da Comunidade com sua Saúde	8. Integrantes da Equipe de Avaliação
4. Contaminação Ambiental	9. Referências
5. Análise das Rotas de Exposição	10. Anexos (mapas, valores quantitativos, etc.)

ANEXO D. Níveis de Risco Mínimo (MRLs)

Análise Dose-Resposta e Níveis de Risco Mínimo para Substâncias Perigosas

A *Reference Dose* - RfD e o *Minimal Risk Level* - MRL são doses teóricas geradas através de curvas de dose-resposta, considerando-se o efeito adverso que apresenta a menor dose de exposição, representando a dose de segurança a qual não deve haver efeito nocivo algum (Díaz-Barriga, 1998). A U.S. EPA definiu uma série de doses de referência (RfD) para diferentes substâncias químicas, igualmente a ATSDR definiu as doses ou níveis de risco mínimo (MRL).

Um MRL é uma estimativa da exposição humana diária à uma substância perigosa que é provável de não apresentar risco considerável de efeitos na saúde não-cancerígenos adversos. A ATSDR usa a abordagem de NOAEL/fator de incerteza para derivar os MRLs para as substâncias perigosas para as rotas de exposição oral e de inalação. Os MRLs não são usados para a rota de exposição dérmica porque a ATSDR ainda não identificou um método adequado para esta rota de exposição (ATSDR, 2000).

As concentrações de exposição nos MRLs para inalação são expressas em unidades de ppm para gases e substâncias voláteis, ou mg/m³ para material particulado. Os MRLs para concentrações de exposição oral, são expressas como dose humana diária em unidades de mg/kg/dia.

As durações de exposição podem ser aguda (1-14 dias), intermediária (15-364 dias) e crônica (acima de 365 dias).

Os MRLs estão sujeitos a atualizações periódicas. Os valores listados aqui são referentes a Fevereiro de 2000. No caso de ter decorrido mais de um ano, recomenda-se a atualização no seguinte endereço eletrônico: <<http://www.atsdr.cdc.gov/mrls.html>>.

Quadro d-1. Níveis de Risco Mínimo - MRLs (ATSDR, 2000)

Nome	Rota	Duração	MRL	Fatores	Endpoint
ACENAFTANO	Oral	Interm.	0,6 mg/kg/dia	300	Hepático
ACETATO DE VINIL	Inalação	Interm.	0,01 ppm	100	Respiratório
ACETONA	Inalação	Aguda	26 ppm	9	Neurológico
		Interm.	13 ppm	100	Neurológico
	Oral	Crônica	13 ppm	100	Neurológico
		Interm.	2 mg/kg/dia	100	Hematológico
ACRILONITRILA	Inalação	Aguda	0,1 ppm	10	Neurológico
		Oral	Aguda	0,1 mg/kg/dia	100
		Interm.	0,01 mg/kg/dia	1000	Reprodução
		Crônica	0,04 mg/kg/dia	100	Hematológico
ACROLEÍNA	Inalação	Aguda	0,00005 ppm	100	Ocular
		Interm.	0,000009 ppm	1000	Respiratório
	Oral	Crônica	0,0005 mg/kg/dia	100	Hematológico
ALDRIN	Oral	Aguda	0,002 mg/kg/dia	1000	Desenvolv.
		Crônica	0,00003 mg/kg/dia	1000	Hepático
ALUMÍNIO	Oral	Interm.	2,0 mg/kg/dia	30	Neurológico
AMÔNIA	Inalação	Aguda	0,5 ppm	100	Respiratório
		Crônica	0,3 ppm	10	Respiratório
	Oral	Interm.	0,3 mg/kg/dia	100	Outro
ANTRACENO	Oral	Interm.	10 mg/kg/dia	100	Hepático
AROCLOR 1254	Oral	Crônica	0,02 ug/kg/dia	300	Imunológico
ARSÊNICO	Oral	Crônica	0,0003 mg/kg/dia	3	Dermatol.
BENZENO	Inalação	Aguda	0,05 ppm	300	Imunológico
		Interm.	0,004 ppm	90	Neurológico
BIFENILAS POLIBROMINADAS	Oral	Aguda	0,01 mg/kg/dia	100	Endócrino
BIS (CLOROMETIL) ÉTER	Inalação	Interm.	0,0003 ppm	100	Respiratório
BIS (2-CLOROETIL) ÉTER	Inalação	Interm.	0,02 ppm	1000	Peso corporal
BORO	Oral	Interm.	0,01 mg/kg/dia	1000	Desenvolv.
BROMODICLOROMETANO	Oral	Aguda	0,04 mg/kg/dia	1000	Hepático
		Crônica	0,02 mg/kg/dia	1000	Renal
BROMOFÓRMIO	Oral	Aguda	0,6 mg/kg/dia	100	Neurológico
		Crônica	0,2 mg/kg/dia	100	Hepático
BROMOMETANO	Inalação	Aguda	0,05 ppm	100	Neurológico
		Interm.	0,05 ppm	100	Neurológico
	Oral	Crônica	0,005 ppm	100	Neurológico
		Interm.	0,003 mg/kg/dia	100	Gástrico
2-BUTOXIETANOL	Inalação	Aguda	6 ppm	9	Hematológico
		Interm.	3 ppm	9	Hematológico
	Oral	Crônica	0,2 ppm	3	Hematológico
		Aguda	0,4 mg/kg/dia	90	Hematológico
		Interm.	0,07 mg/kg/dia	1000	Hepático
CÁDMIO	Oral	Crônica	0,0002 mg/kg/dia	10	Renal
CIANETO DE SÓDIO	Oral	Interm.	0,05 mg/kg/dia	100	Reprodução
CICLOTETRAMETILENO TETRANITRAMINA (HMX)	Oral	Aguda	0,1 mg/kg/dia	1000	Neurológico
		Interm.	0,05 mg/kg/dia	1000	Hepático

Nome	Rota	Duração	MRL	Fatores	EndPoint
CICLOTRIMETILENOTRINITRAMINA (RDX)	Oral	Aguda Interm.	0,06 mg/kg/dia 0,03 mg/kg/dia	100 300	Neurológico Reprodução
CIS-1,2-DICLOROETENO	Oral	Aguda Interm.	1 mg/kg/dia 0,3 mg/kg/dia	100 100	Hematológico Hematológico
CLORDANO	Inalação	Interm.	0,0002 mg/m ³	100	Hepático
		Crônica	0,00002 mg/m ³	1000	Hepático
	Oral	Aguda	0,001 mg/kg/dia	1000	Desenvolv.
		Interm. Crônica	0,0006 mg/kg/dia 0,0006 mg/kg/dia	100 100	Hepático Hepático
CLORDECONO	Oral	Aguda	0,01 mg/kg/dia	100	Neurológico
		Interm.	0,0005 mg/kg/dia	100	Renal
		Crônica	0,0005 mg/kg/dia	100	Renal
CLORETO DE METILENO	Inalação	Aguda	3 ppm	100	Neurológico
		Interm.	0,3 ppm	30	Hepático
		Crônica	0,3 ppm	30	Hepático
	Oral	Aguda	0,5 mg/kg/dia	30	Neurológico
crônica		0,2 mg/kg/dia	30	Hepático	
CLORETO DE VINIL	Inalação	Aguda	0,5 ppm	100	Desenvolv.
		Interm.	0,03 ppm	300	Hepático
	Oral	Crônica	0,00002 mg/kg/dia	1000	Hepático
CLORETO MERCÚRICO	Oral	Aguda	0,007 mg/kg/dia	100	Renal
		Interm.	0,002 mg/kg/dia	100	Renal
CLORFENVINFOS	Oral	Aguda	0,002 mg/kg/dia	1000	Neurológico
		Interm.	0,002 mg/kg/dia	1000	Imunológico
		Crônica	0,0007 mg/kg/dia	1000	Neurológico
CLOROBENZENO	Oral	Interm.	0,4 mg/kg/dia	100	Hepático
CLORODIBROMOMETANO	Oral	Aguda	0,04 mg/kg/dia	1000	Renal
		Crônica	0,03 mg/kg/dia	1000	Hepático
CLOROETANO	Inalação	Aguda	15 ppm	100	Desenvolv.
4-CLOROFENOL	Oral	Aguda	0,01 mg/kg/dia	100	Hepático
CLOROFÓRMIO	Inalação	Aguda	0,1 ppm	30	Hepático
		Interm.	0,05 ppm	100	Hepático
		Crônica	0,02 ppm	100	Hepático
	Oral	Aguda	0,3 mg/kg/dia	100	Hepático
		Interm.	0,1 mg/kg/dia	100	Hepático
		Crônica	0,01 mg/kg/dia	1000	Hepático
CLOROMETANO	Inalação	Aguda	0,5 ppm	100	Neurológico
		Interm.	0,2 ppm	300	Hepático
		Crônica	0,05 ppm	1000	Neurológico
CLORPIRIFOS	Oral	Aguda	0,003 mg/kg/dia	10	Neurológico
		Interm.	0,003 mg/kg/dia	10	Neurológico
		Crônica	0,001 mg/kg/dia	100	Neurológico
COBALTO	Inalação	Interm.	0,00003 mg/m ³	1000	Respiratório
CROMO HEXAVALENTE	Inalação	Interm.	0,0005 mg/m ³	90	Respiratório
P,P'-DDT	Oral	Aguda	0,0005mg/kg/dia	1000	Desenvolv.
		Interm.	0,0005 mg/kg/dia	100	Hepático
DIAZINON	Inalação	Interm.	0,009 mg/m ³	30	Neurológico
		Interm.	0,0002 mg/kg/dia	100	Neurológico
1,2-DIBROMO-3-CLOROPROPANO	Inalação	Interm.	0,0002 ppm	100	Reprodução
		Oral	Interm.	0,002 mg/kg/dia	1000

Nome	Rota	Duração	MRL	Fatores	Endpoint
DI-N-BUTIL FTALATO	Oral	Aguda	3 mg/kg/dia	100	Desenvolv.
1,4-DICLOROENZENO	Inalação	Aguda	0,8 ppm	100	Desenvolv.
		Interm.	0,2 ppm	100	Hepático
	Oral	Crônica	0,1 ppm	100	Hepático
		Interm.	0,4 mg/kg/dia	300	Hepático
1,2-DICLOROETANO	Inalação	Crônica	0,6 ppm	90	Hepático
	Oral	Interm.	0,2 mg/kg/dia	300	Renal
1,1-DICLOROETENO	Inalação	Interm.	0,02 ppm	100	Hepático
	Oral	Crônica	0,009 mg/kg/dia	1000	Hepático
2,4-DICLOROFENOL	Oral	Interm.	0,003 mg/kg/dia	100	Imunológico
1,2-DICLOROPROPANO	Inalação	Aguda	0,05 ppm	1000	Respiratório
		Interm.	0,007 ppm	1000	Respiratório
	Oral	Aguda	0,1 mg/kg/dia	1000	Neurológico
		Interm.	0,07 mg/kg/dia	1000	Hematológico
		Crônica	0,09 mg/kg/dia	1000	Hepático
1,3-DICLOROPROPENO	Inalação	Interm.	0,003 ppm	100	Respiratório
		Crônica	0,002 ppm	100	Respiratório
DICLORVOS	Inalação	Aguda	0,002 ppm	100	Neurológico
		Interm.	0,0003 ppm	100	Neurológico
		Crônica	0,00006 ppm	100	Neurológico
	Oral	Aguda	0,004 mg/kg/dia	1000	Neurológico
		Interm.	0,003 mg/kg/dia	10	Neurológico
		Crônica	0,0005 mg/kg/dia	100	Neurológico
DIELDRIN	Oral	Aguda	0,00007 mg/kg/dia	1000	Imunológico
		Crônica	0,00005 mg/kg/dia	100	Hepático
DI (2-ETILEXIL) FTALATO	Oral	Aguda	1 mg/kg/dia	100	Reprodução
		Interm.	0,4 mg/kg/dia	100	Desenvolv.
DIETIL FTALATO	Oral	Aguda	7 mg/kg/dia	300	Reprodução
		Interm.	6 mg/kg/dia	300	Hepático
DIISOCIANATO DE HEXAMETILENO	Inalação	Interm.	0,00003 ppm	30	Respiratório
		Crônica	0,00001 ppm	90	Respiratório
DIISOPROPIL METILFOSFONATO (DIMP)	Oral	Interm.	0,8 mg/kg/dia	100	Hematológico
		Crônica	0,6 mg/kg/dia	100	Hematológico
1,1-DIMETILHIDRAZINA	Inalação	Interm.	0,0002 ppm	300	Hepático
1,2-DIMETILHIDRAZINA	Oral	Interm.	0,0008 mg/kg/dia	1000	Hepático
DINITRATO DE PROPILENO GLICOL	Inalação	Aguda	0,003 ppm	10	Neurológico
		Interm.	0,00004 ppm	1000	Hematológico
		Crônica	0,00004 ppm	1000	Hematológico
1,3-DINITROENZENO	Oral	Aguda	0,008 mg/kg/dia	100	Reprodução
		Interm.	0,0005 mg/kg/dia	1000	Hematológico
4,6-DINITRO-O-CRESOL	Oral	Aguda	0,004 mg/kg/dia	100	Neurológico
		Interm.	0,004 mg/kg/dia	100	Neurológico
2,4-DINITROFENOL	Oral	Aguda	0,01 mg/kg/dia	100	Peso corporal
2,4-DINITROTOLUENO	Oral	Aguda	0,05 mg/kg/dia	100	Neurológico
		Crônica	0,002 mg/kg/dia	100	Hematológico
2,6-DINITROTOLUENO	Oral	Interm.	0,004 mg/kg/dia	1000	Hematológico
DI-N-OTIL FTALATO	Oral	Aguda	3 mg/kg/dia	300	Hepático
		Interm.	0,4 mg/kg/dia	100	Hepático
DIÓXIDO SULFÚRICO	Inalação	Aguda	0,01 ppm	9	Respiratório

Nome	Rota	Duração	MRL	Fatores	Endpoint
DISSULFETO DE CARBONO	Inalação Oral	Crônica	0,3 ppm	30	Neurológico
		Aguda	0,01 mg/kg/dia	300	Hepático
DISSULFOTON	Inalação	Aguda	0,006 mg/m ³	30	Neurológico
		Interm.	0,0002 mg/m ³	30	Neurológico
	Oral	Aguda	0,001 mg/kg/dia	100	Neurológico
		Interm.	0,00009 mg/kg/dia	100	Desenvolv.
		Crônica	0,00006 mg/kg/dia	1000	Neurológico
ENDOSSFULFAN	Oral	Interm.	0,005 mg/kg/dia	100	Imunológico
		Crônica	0,002 mg/kg/dia	100	Hepático
ENDRIN	Oral	Interm.	0,002 mg/kg/dia	100	Neurológico
		Crônica	0,0003 mg/kg/dia	100	Neurológico
ESTIRENO	Inalação Oral	Crônica	0,06 ppm	100	Neurológico
		Interm.	0,2 mg/kg/dia	1000	Hepático
ETILBENZENO	Inalação	Interm.	1,0 ppm	100	Desenvolv.
ETILENO GLICOL	Inalação Oral	Aguda	0,5 ppm	100	Renal
		Aguda	2,0 mg/kg/dia	100	Desenvolv.
		Crônica	2,0 mg/kg/dia	100	Renal
ETION	Oral	Aguda	0,002 mg/kg/dia	30	Neurológico
		Interm.	0,002 mg/kg/dia	30	Neurológico
		Crônica	0,002 mg/kg/dia	30	Neurológico
FLUORANTENO	Oral	Interm.	0,4 mg/kg/dia	300	Hepático
FLUORENO	Oral	Interm.	0,4 mg/kg/dia	300	Hepático
FLUORETO DE SÓDIO	Oral	Crônica	0,05 mg/kg/dia	10	Muscular
FORMALDEÍDO	Inalação	Aguda	0,04 ppm	9	Respiratório
		Interm.	0,03 ppm	30	Respiratório
		Crônica	0,008 ppm	30	Respiratório
	Oral	Interm.	0,3 mg/kg/dia	100	Gástrico
		Crônica	0,2 mg/kg/dia	100	Gástrico
FÓSFORO BRANCO	Inalação Oral	Aguda	0,02 mg/m ³	30	Respiratório
		Interm.	0,0002 mg/kg/dia	100	Reprodução
HEXAFLORO BENZENO	Oral	Aguda	0,008 mg/kg/dia	300	Desenvolv.
		Interm.	0,0003 mg/kg/dia	300	Reprodução
		Crônica	0,00002 mg/kg/dia	1000	Desenvolv.
HEXAFLORO BUTADIENO	Oral	Interm.	0,0002 mg/kg/dia	1000	Renal
HEXAFLORO CICLOHEXANO, ALFA-	Oral	Crônica	0,008 mg/kg/dia	100	Hepático
HEXAFLORO CICLOHEXANO, BETA-	Oral	Aguda	0,2 mg/kg/dia	100	Neurológico
		Interm.	0,0006 mg/kg/dia	300	Hepático
HEXAFLORO CICLOHEXANO, GAMA-	Oral	Aguda	0,01 mg/kg/dia	100	Neurológico
		Interm.	0,00001 mg/kg/dia	1000	Imunológico
HEXAFLORO CICLOPENTADIENO	Inalação	Interm.	0,01 ppm	30	Respiratório
		Crônica	0,0002 ppm	90	Respiratório
	Oral	Interm.	0,1 mg/kg/dia	100	Renal
HEXAFLORO ETANO	Inalação	Aguda	6 ppm	30	Neurológico
		Interm.	6 ppm	30	Neurológico
	Oral	Aguda	1 mg/kg/dia	100	Hepático
		Interm.	0,01 mg/kg/dia	100	Hepático
N-HEXANO	Inalação	Crônica	0,6 ppm	100	Neurológico
HIDRAXINA	Inalação	Interm.	0,004 ppm	300	Hepático
ISOPORONA	Oral	Interm.	3 mg/kg/dia	100	Outro
		Crônica	0,2 mg/kg/dia	1000	Hepático

Nome	Rota	Duração	MRL	Fatores	Endpoint
JP-4	Inalação	Interm.	9 mg/m ³	300	Hepático
JP-5 / JP-8	Inalação	Interm.	3 mg/m ³	300	Hepático
JP-7	Inalação	Crônica	0,3 mg/m ³	300	Hepático
MANGANÊS	Inalação	Crônica	0,00004 mg/m ³	900	Neurológico
MERCÚRIO	Inalação	Crônica	0,0002 mg/m ³	30	Neurológico
META-CRESOL	Oral	Aguda	0,05 mg/kg/dia	100	Respiratório
METIL-T-BUTIL ÉTER	Inalação	Aguda	2 ppm	100	Neurológico
		Interm.	0,7 ppm	100	Neurológico
		Crônica	0,7 ppm	100	Renal
	Oral	Aguda	0,4 mg/kg/dia	100	Neurológico
		Interm.	0,3 mg/kg/dia	300	Hepático
4,4'-METILENOBIS (2-CLOROANILINA)	Oral	Crônica	0,003 mg/kg/dia	3000	Hepático
4,4'-METILENODIANILINA	Oral	Aguda	0,2 mg/kg/dia	300	Hepático
		Interm.	0,08 mg/kg/dia	100	Hepático
METILMERCÚRIO	Oral	Crônica	0,0003 mg/kg/dia	4	Desenvolv.
1-METILNAFTALENO	Oral	Crônica	0,07 mg/kg/dia	1000	Respiratório
METIL PARATION	Oral	Interm.	0,0007 mg/kg/dia	300	Neurológico
		Crônica	0,0003 mg/kg/dia	100	Hematológico
METÓXICLOR	Oral	Aguda	0,02 mg/kg/dia	1000	Reprodução
		Interm.	0,02 mg/kg/dia	1000	Reprodução
MIREX	Oral	Crônica	0,0008 mg/kg/dia	100	Hepático
NAFTALENO	Inalação	Crônica	0,002 ppm	1000	Respiratório
	Oral	Aguda	0,05 mg/kg/dia	1000	Neurológico
		Interm.	0,02 mg/kg/dia	300	Hepático
NÍQUEL	Inalação	Crônica	0,0002 mg/m ³	30	Respiratório
N-NITROSODI-N-PROPILAMINA	Oral	Aguda	0,095 mg/kg/dia	100	Hepático
ÓLEO COMBUSTÍVEL N.º 2	Inalação	Aguda	0,02 mg/m ³	1000	Neurológico
ORTO-CRESOL	Oral	Aguda	0,05 mg/kg/dia	100	Neurológico
ÓXIDO DE ETILENO	Inalação	Interm.	0,09 ppm	100	Renal
PARA-CRESOL	Oral	Aguda	0,05 mg/kg/dia	100	Neurológico
2,3,4,7,8-PENTAFLUORODIBENZOFURANO	Oral	Aguda	0,001 ug/kg/dia	3000	Imunológico
		Interm.	0,00003 ug/kg/dia	3000	Hepático
PENTAFLUOROFENOL	Oral	Aguda	0,005 mg/kg/dia	1000	Desenvolv.
		Interm.	0,001 mg/kg/dia	1000	Hepático
		Crônica	0,001 mg/kg/dia	1000	Endócrino
PROPILENO GLICOL	Inalação	Interm.	0,009 ppm	1000	Respiratório
QUEROSENE	Inalação	Interm.	0,01 mg/m ³	1000	Hepático
RADIAÇÃO IONIZANTE	Radia.	Aguda	4 mSv/yr	3	Neurológico
		Crônica	1 mSv/yr	3	Outro
SELÊNIO	Oral	Crônica	0,005 mg/kg/dia	6	Dermatol.
SULFETO DE HIDROGÊNIO	Inalação	Aguda	0,07 ppm	30	Respiratório
		Interm.	0,03 ppm	30	Respiratório

Nome	Rota	Duração	MRL	Fatores	Endpoint
TETRACLORETO DE CARBONO	Inalação	Aguda	0,2 ppm	300	Hepático
		Interm.	0,05 ppm	100	Hepático
	Oral	Aguda	0,02 mg/kg/dia	300	Hepático
		Interm.	0,007 mg/kg/dia	100	Hepático
TETRACLORETO DE TITÂNIO	Inalação	Interm.	0,01 mg/m ³	90	Respiratório
		Crônica	0,0001 mg/m ³	90	Respiratório
2,3,7,8-TETRACLORODIBENZO-P-DIOXINA	Oral	Aguda	0,0002 ug/kg/dia	21	Imunológico
		Interm.	0,00002 ug/kg/dia	30	Linfático
		Crônica	0,000001 ug/kg/dia	90	Desenvolv.
1,1,2,2-TETRACLOROETANO	Inalação	Interm.	0,4 ppm	300	Hepático
		Oral	Interm.	0,6 mg/kg/dia	100
		Crônica	0,04 mg/kg/dia	1000	Respiratório
TETRACLOROETILENO	Inalação	Aguda	0,2 ppm	10	Neurológico
		Crônica	0,04 ppm	100	Neurológico
TOLUENO	Inalação	Aguda	4 ppm	10	Neurológico
		Crônica	0,4 ppm	30	Neurológico
	Oral	Aguda	0,8 mg/kg/dia	300	Neurológico
Interm.		0,02 mg/kg/dia	300	Neurológico	
TOXAFENO	Oral	Aguda	0,005 mg/kg/dia	1000	Hepático
		Interm.	0,001 mg/kg/dia	300	Hepático
TRANS-1,2-DICLOROETENO	Inalação	Aguda	0,2 ppm	1000	Hepático
		Interm.	0,2 ppm	1000	Hepático
	Oral	Interm.	0,2 mg/kg/dia	100	Hepático
1,1,1-TRICLOROETANO	Inalação	Aguda	2 ppm	100	Neurológico
		Interm.	0,7 ppm	100	Neurológico
1,1,2-TRICLOROETANO	Oral	Aguda	0,3 mg/kg/dia	100	Neurológico
		Interm.	0,04 mg/kg/dia	100	Hepático
TRICLOROETILENO	Inalação	Aguda	2 ppm	30	Neurológico
		Interm.	0,1 ppm	300	Neurológico
	Oral	Aguda	0,2 mg/kg/dia	300	Desenvolv.
1,2,3-TRICLOROPROPANO	Inalação	Aguda	0,0003 ppm	100	Respiratório
		Oral	Interm.	0,06 mg/kg/dia	100
2,4,6-TRINITROTOLUENO	Oral	Interm.	0,0005 mg/kg/dia	1000	Hepático
TRIÓXIDO DE CROMO (VI)	Inalação	Interm.	0,0001 mg/m ³	10	Respiratório
		Crônica	0,0001 mg/m ³	10	Respiratório
URÂNIO, COMPOSTOS INSOLÚVEIS	Inalação	Interm.	0,008 mg/m ³	30	Renal
URÂNIO, SAIS ALTAMENTE SOLÚVEIS	Inalação	Interm.	0,0004 mg/m ³	90	Renal
		Crônica	0,0003 mg/m ³	30	Renal
	Oral	Interm.	0,002 mg/kg/dia	30	Renal
VANÁDIO	Inalação	Aguda	0,0002 mg/m ³	100	Respiratório
		Oral	Interm.	0,003 mg/kg/dia	100
M-XILENO	Oral	Interm.	0,6 mg/kg/dia	1000	Hepático
P-XILENO	Oral	Aguda	1 mg/kg/dia	100	Neurológico
XILENOS, TOTAL	Inalação	Aguda	1 ppm	100	Neurológico
		Interm.	0,7 ppm	300	Desenvolv.
		Crônica	0,1 ppm	100	Neurológico
	Oral	Interm.	0,2 mg/kg/dia	1000	Renal
ZINCO	Oral	Interm.	0,3 mg/kg/dia	3	Hematológico
		Crônica	0,3 mg/kg/dia	3	Hematológico