



Universidade Estadual de Campinas
Faculdade de Engenharia Mecânica
ESPECIALIZAÇÃO EM GESTÃO AMBIENTAL

ÁREAS CONTAMINADAS E COM POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO NO MUNICÍPIO DE PAULÍNIA



Alunos:

Paulo Roberto Profírio

Paulo César Moro

Adriana Silva Ramos

**TENDÊNCIAS
E POSSIBILIDADES
DE GERENCIAMENTO**



TÍTULO**ÁREAS CONTAMINADAS OU COM POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO NO MUNICÍPIO DE PAULÍNIA - TENDÊNCIAS E POSSIBILIDADES DE GERENCIAMENTO**

ASSUNTOS	Pág.
1. AGRADECIMENTOS	5
2. INTRODUÇÃO	7
3. OBJETIVOS	8
4. IMPORTÂNCIA DA PREVENÇÃO E CONTROLE DO SOLO E DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS	9
5. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	11
5.1. BASES HISTÓRICAS E GEOECONOMICAS DA OCUPAÇÃO TERRITORIAL DO MUNICÍPIO DE PAULÍNIA	11
5.2. CLIMATOLÓGICA	21
5.3. GEOMORFOLÓGICA	24
5.4. GEOLÓGICA	25
5.5. HIDROGEOLÓGICA	30
6. SOLO	75
6.1. CARACTERIZAÇÃO DO SOLO EM SUAS PROPRIEDADES FÍSICAS E QUÍMICAS	75
6.2. METAIS NO SOLO	87
7. FONTES POTENCIAIS DE POLUIÇÃO E RESPECTIVOS IMPACTOS AMBIENTAIS	93
8. SAÚDE PÚBLICA	100
8.1. TOXIDADE E EFEITOS À SAÚDE CAUSADOS POR DERIVADOS DE PETRÓLEO	100
8.2. VIAS DE EXPOSIÇÃO E TOXIDADE HUMANA	103

8.3. IMPACTOS À SAÚDE PÚBLICA CAUSADOS PELA CONTAMINAÇÃO DO SOLO E DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS POR METAIS E OUTROS PRODUTOS QUÍMICOS	105
9. GERENCIAMENTO DE CRISE AMBIENTAL	118
9.1. RISCOS AMBIENTAIS	118
9.2. IMPORTÂNCIA DA COMUNICAÇÃO DE RISCOS E PROBLEMAS AMBIENTAIS	120
9.3. ANÁLISE DE RISCO	122
10. GERENCIAMENTO DE ÁREAS CONTAMINADAS	126
11. GESTÃO DE RESÍDUOS	134
11.1. IMPORTÂNCIA	134
11.2. GESTÃO DE RESÍDUOS NA COMUNIDADE EUROPÉIA	136
11.3. GESTÃO DE RESÍDUOS NA DINAMARCA	137
11.4. MECANISMO DE FINANCIAMENTO	138
11.5. GESTÃO DE RESÍDUOS NA HOLANDA	139
11.6. GESTÃO DE RESÍDUOS NA FRANÇA	140
11.7. GESTÃO DE RESÍDUOS NA ALEMANHA	141
11.8. GESTÃO DE RESÍDUOS NO ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA	143
12. PREVENÇÃO À POLUIÇÃO	145
12.1. PRINCÍPIOS DA PREVENÇÃO À POLUIÇÃO	147
12.2. TÉCNICAS DE PREVENÇÃO À POLUIÇÃO	148
12.3. LEGISLAÇÃO EMERGENTE VOLTADA À PREVENÇÃO À POLUIÇÃO.	150
12.4. PROGRAMAS DE PREVENÇÃO À POLUIÇÃO NO MUNICÍPIO DE PAULÍNIA.	153
13. TECNOLOGIAS UTILIZADAS PARA REMEDIAÇÃO	154

13.1. TECNOLOGIAS UTILIZADAS NA REMEDIAÇÃO DE ÁREAS CONTAMINADAS	154
14. ECONOMIA AMBIENTAL	173
14.1. INSTRUMENTOS ECONÔMICOS E MEIO AMBIENTE	173
15. LEGISLAÇÃO AMBIENTAL	187
15.1. POLÍTICAS E LEGISLAÇÃO UTILIZADAS NO GERENCIAMENTO DE ÁREAS CONTAMINADAS	187
15.2. LEGISLAÇÕES EMERGENTES	200
16. POLÍTICA AMBIENTAL	215
16.1. IMPORTÂNCIA DE PREVENÇÃO E CONTROLE DA POLUIÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS	215
17. EDUCAÇÃO AMBIENTAL	224
17.1. PROJETO "RECICLANDO NA ESCOLA"	225
17.2. PROJETO "MEIO AMBIENTE É VIDA"	226
18. RESULTADOS DO TRABALHO	235
ANEXO A – Fotos	252
ANEXO B – Reportagens	256
19. COMENTÁRIOS FINAIS E RECOMENDAÇÕES	261
20. GLOSSÁRIO	266
21. BIBLIOGRAFIA	275

1. AGRADECIMENTOS

Ao nosso orientador Prof. Dr. Rodrigo César de Araújo Cunha, pelas discussões, valiosas sugestões e paciência na orientação.

Ao amigo da CETESB – São Paulo, Edson Marcus Bucci, pela ajuda, incentivo e que através de sua experiência contribuiu para a realização deste trabalho.

Aos amigos da CETESB – Agência Ambiental de Paulínia que ajudaram no fornecimento de informações, Avany das Graças Avancini Suzan, Juceli Ednalva Marques, José Cláudio de Moraes, Jorge Joel de Faria Souza, Mário Eduardo da Fonseca Pereira e Luiz Eduardo de Souza Leão.

Aos colegas da CETESB do Setor de Qualidade de Solos e Águas Subterrâneas, Dorothy Carmen Pinatti Casarini, Maria de Fátima Bueno da Silva, Mara Magalhães Gaeta Lemos, Marisa Cury e Cláudio Luis Dias pelo apoio logístico e comentários.

Aos colegas da CETESB do Setor de Áreas Contaminadas, Élton Gloéden e Wagner de França Aquino que contribuíram com valiosas informações.

Aos colegas Edson Hadad, Marcos T. Seriacope e Ana Cristina Tavares Alabarce Adami Terra, do Setor de Emergências Ambientais da CETESB, pelos dados e informações fornecidas.

Aos colegas David, Marcelo, João e Decival, das Secretarias de Planejamento e de Obras e Serviços Públicos da Prefeitura Municipal de Paulínia, que auxiliaram no fornecimento de informações e levantamento de dados.

Ao colega Edmar Jesus Aparecido Costa do Grupo ORSA, pelo fornecimento das informações sobre o projeto de educação ambiental “Reciclando na Escola” e o resultado do programa de prevenção à poluição, no tocante à redução na geração de resíduos sólidos industriais.

Ao cunhado Fabiano, pelo auxílio na elaboração e edição das imagens dos mapas e figuras.

Agradecimentos

À Vanessa Pereira dos Santos da Bayer - Unidade Porto Feliz, pela enorme contribuição e paciência na digitação e edição dos textos, tabelas e gráficos.

Aos amigos Onofre Marques Filho e Marcelo Garcia, também da Bayer - Unidade Porto Feliz, pelo incentivo e colaboração.

Aos outros amigos Altair Donizete Azzolini, Fábio Luís da Cunha e Kátia Maria Bellon Simonetti da Bayer - Unidade Porto Feliz, pelo apoio logístico na edição do trabalho e na transmissão de informações.

Às nossas famílias pela força e por compartilharem todos os momentos.

2. INTRODUÇÃO

A existência de áreas contaminadas se constituiu nas três últimas décadas em um grave problema ambiental nos países industrializados, obrigando-os a consumir montantes significativos de recursos financeiros na busca de soluções para o problema. As inúmeras áreas existentes no Estado de São Paulo demonstram que a situação é muito semelhante à encontrada nesses países. A ausência de política ambiental específica para o assunto, aliada à escassez de recursos financeiros faz com que a situação esteja longe de ser equacionada.

Por outro lado, este tema tem sido também, objeto de crescente preocupação por parte de diversos segmentos da sociedade, em função dos riscos associados a estes locais, tanto para a saúde da população, como para o meio ambiente como um todo.

As áreas contaminadas, em função da natureza dos contaminantes presentes, extensão da área afetada e uso do solo nos seus arredores, podem determinar significativos impactos à saúde humana, aos recursos naturais, à flora e à fauna, bem como ao patrimônio público e privado.

A minimização destes impactos deve ser viabilizada através da identificação dessas áreas, sua caracterização em termos de meio físico e natureza da contaminação, quantificação do risco à saúde humana e estabelecimento de técnicas, que promovam a redução dos contaminantes a níveis seguros.

O município de Paulínia se insere neste contexto, onde o crescimento industrial ocorrido a partir de 1.972 e a demora dos órgãos governamentais, em criar políticas e legislações específicas sobre o assunto, fizeram com que, ao longo dos anos, surgissem algumas áreas já comprovadamente contaminadas e outras com suspeita de contaminação, culminando em 2.001 com o surgimento de dois novos casos (SHELL e NUTRIPLANT), amplamente divulgados pela imprensa, inclusive a nível nacional.

A tendência crescente de casos de contaminação de áreas e o aumento da demanda pelo consumo das águas subterrâneas, demonstram que o problema requer prioridade por parte do poder público e da sociedade civil, sob pena de no futuro, o abastecimento de água para usos doméstico e industrial ficarem comprometidos no município, em função da escassez crescente das águas superficiais.

3. OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivos:

- Mapear as áreas contaminadas ou com potencial de contaminação no município de Paulínia.
- Identificar as tendências em relação ao potencial poluidor das fontes de contaminação do solo e das águas subterrâneas no município.
- Identificar no município os programas de gestão ambiental existentes, em particular aqueles voltados à prevenção da contaminação do solo e das águas subterrâneas.
- Propor alternativas que possibilitem o gerenciamento destas áreas visando a minimização dos impactos à saúde humana, aos recursos naturais, à flora, à fauna, ao patrimônio público e privado.

4. IMPORTÂNCIA DA PREVENÇÃO E CONTROLE DA POLUIÇÃO DO SOLO E DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

O tema poluição do solo vem, cada vez mais, se tornando motivo de preocupação para a sociedade e para as autoridades, devido não só aos aspectos de proteção à saúde pública e ao meio ambiente, mas também à publicidade dada aos relatos de episódios críticos de poluição por todo o mundo.

Além das dificuldades técnicas, a questão política parece se revestir de grande importância, pois, se não for adequadamente conduzida, os resultados em termos de controle e remediação serão sempre parciais.

Historicamente, o solo tem sido utilizado por gerações como receptor de substâncias resultantes da atividade humana. Com o aparecimento dos processos de transformação em grande escala a partir da Revolução Industrial, que ocorreu em diferentes escalas e tempos, em diferentes países, a liberação descontrolada de poluentes para o ambiente e sua conseqüente acumulação no solo e nos sedimentos sofreu uma mudança drástica de intensidade e de forma, explicada pelo uso intensivo dos recursos e insumos decorrentes do aumento das atividades industriais, agrícolas e domésticas.

Essa utilização do solo como receptor de poluentes ou contaminantes pode se dar localmente por um depósito de resíduos; por uma área de estocagem ou processamento de produtos químicos; por algum vazamento ou derramamento; ou ainda regionalmente através de deposição pela atmosfera, por inundação ou mesmo por práticas agrícolas indiscriminadas. Desta forma, uma constante migração descendente de poluentes do solo para a água subterrânea ocorrerá, o que pode se tornar um grande problema para aquelas populações que fazem uso destes recursos hídricos.

A preocupação com as conseqüências sobre o ambiente e em especial com o solo, decorrentes desses fenômenos, só recentemente têm sido discutida. Cada vez mais o solo é considerado como a parte importante do ambiente, além de ser um recurso limitado. Assim, o conceito de proteção do solo tem sido objeto de intensas discussões e já faz parte da agenda política, pelo menos nos países mais desenvolvidos.

A poluição do solo é um assunto politicamente muito complexo, não só pelas muitas funções que desempenha, mas, também porque o uso do solo é hoje encarado com uma "commodity" econômica, isto é, possui um valor econômico intrínseco. Normalmente alguém tem o direito legal de propriedade e é transacionado como uma mercadoria.

Cada vez mais é preciso saber escolher locais adequados para disposição controlada de resíduos de forma a não comprometer a qualidade das águas subterrâneas, que se constituem em uma reserva estratégica para abastecimento público.

Também é preciso estabelecer limites da concentração para os poluentes inseridos no contexto agrícola, como insumos ou como impurezas dos insumos, de forma que as colheitas sejam saudáveis, não oferecendo riscos à saúde humana e animal.

5. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

5.1 Bases Históricas e Geoeconômicas da Ocupação Territorial do Município de Paulínia

5.1.1- História

Paulínia sempre se caracterizara, ao longo do tempo, como de vocação agrícola, com enorme predomínio das atividades primárias e da população rural até os primeiros anos da presente década. A implantação de uma grande indústria química a partir de 1955 não alterou profundamente a fisionomia do Município, simplesmente porque o grosso de sua mão de obra teve que ser reestruturado e transportado cotidianamente de municípios vizinhos. No entanto, o impacto presente naqueles dias sobre o crescimento de Paulínia provinha, evidentemente do programa da Petrobrás, que instalaria ali a refinaria em terreno de 1.000 hectares. A capacidade inicial da mesma seria de 126.000 barris diários. Em seu início, noticiava-se, será empregado no pico para mais de 5.000 pessoas e sua operação alcançaria entre 1.500 a 1.600 funcionários. Uma vez em operação, a REPLAN iria atrair naturalmente diversos distribuidores de derivados de petróleo, que iriam ocupar possivelmente uma área de 50 ha. Por outro lado, a partir de 1973-74 deverão começar a instalar-se várias unidades da indústria petroquímica.

A 17 de maio de 1968, no Palácio 28 de Fevereiro, realizou-se o banquete do evento, falou o presidente da Câmara, Helio Malavazzi, afirmando que a instalação da refinaria de petróleo em Paulínia significava o surgimento de uma nova era para a velha localidade e que tudo representava para os paulinenses dádiva do céu, almejada por inúmeros municípios paulistas. Afirmou que a refinaria iria impulsionar o progresso local, modificando totalmente a cidade que amanhecia e que anos atrás nem figurava nos mapas do Estado de São Paulo. O presidente da Rhodia externou a satisfação da empresa que representava recordando-se de que, em 1942 estivera nas cogitações do conjunto industrial que dirigia a expansão da mesma por terras de São Paulo sediou-se ali o setor químico da organização, por estar às margens do Atibaia. Disse que, juntos, cresceram a cidade e a Rhodia, ligação esta que estaria mais intimamente fortalecida com a inauguração da estrada "Roberto Moreira" , fazendo conexão da cidade com o complexo industrial da Rhodia.

Lembrou ao prefeito local a reserva de uma área destinada à instalação de novas indústrias, que fatalmente ali apareceriam. A proximidade de uma refinaria é algo com que qualquer indústria desejaria contar, pois que iria se evitar a busca de matéria prima, muitas vezes dispendiosa, em fontes geralmente distantes. Lembrou aos prefeitos de

idades vizinhas, da probabilidade de tais movimentos industriais em suas comunas, no limite do município e para tanto também deveriam pensar no futuro desenvolvimento da Petrobrás em toda região.

A zona geoeconômica de Estado consumia no ano, 48% do total do petróleo de que se utiliza o Estado de São Paulo; logo, a pesquisa indicou Campinas como centro de gravidade do consumo. Paulínia foi escolhida por causa das facilidades de condução, com muita água e energia elétrica, com dois rios próximos, o Atibaia e o Jaguari. Dentro do município a Rhodia possuía uma área de 1.700 alqueires paulistas de terras, com sua fábrica de produtos químicos, que lhe fornece 98% por cento de sua renda, com plantações de algodão e cana, além de pastagens. completando o restante da área utilizada. A Refinaria do Planalto (3 de março de 1968), sigla da REPLAN, produzirá gás liquefeito, gasolina, querosene e óleos Diesel e combustível. O petróleo chegará a Paulínia através de oleoduto de 26 polegadas de espessura com extensão de 180 quilômetros. diretamente do terminal marítimo de São Sebastião. Da localidade paulinense o óleo refinado sairá em caminhões-tanque que passarão por fora da cidade, sobre a ponte que a Prefeitura está construindo.

O município tem boas ligações com Cosmópolis, Sumaré, com a via Anhanguera e Moji Mirim, ficando cerca de 18 quilômetros do centro da cidade de Campinas. A vila da antiga estação de José Paulino passou a distrito, por decreto-lei nº 14.334, de 30 de novembro de 1944.

A Petrobrás assinou com as firmas Cia. Metropolitana de Construções e Wilbrás (Overseas) Ltda., contrato para construção e montagem do segundo trecho do oleoduto São Sebastião-Paulínia, que cortará além do município de Salesópolis, mais 17 municípios paulistas. A parte final, compreendida entre o município de Santa Isabel e Paulínia terá 121 quilômetros de comprimento, custará cerca de Cr\$ 25 milhões e deverá ser concluído em fins de 1971, ou princípios de 72. Nesta parte o oleoduto cruza seis vezes o Rio Atibaia e uma vez o Jaguari, passando pela Rodovia Fernão Dias e pela estrada de Ferro Mojiana e seu ponto mais alto será na Serra da Mantiqueira, a quase mil metros., sua capacidade final atingirá 270 mil barris diários.

A Replan atenderá as demandas dos derivados de petróleo nos Estados de São Paulo, Mato Grosso, Goiás, parte de Minas Gerais e Brasília.

A Rhodia Indústrias Químicas e Têxteis S/A, poderosa empresa que se instalou em terras do município e é seu sustentáculo a ponto de ser chamada de "mãe de Paulínia", completando meio século de fundação, em abril de 1969. Seus diretores fizeram uma publicação que foi entregue a habilidade profissional de um de seus mais destacados diretores, que é o Sr. Lucien Genevois. O lugar satisfazia às exigências pré-fixadas: o

mais perto possível de Santo André, onde o álcool seria consumido; água em abundância, assegurada por dois rios, o Atibaia e o Jaguari; topografia conveniente para cultura mecanizada; fontes de água potável; proximidades de uma cidade importante como Campinas, já industrializada, onde se podia encontrar assistência no que se refere a máquinas, acessórios, alimentação, saúde e educação. A fazenda São Francisco foi adquirida pela Rhodia em 28 de dezembro de 1942.

Quanto à poluição do rio Atibaia, a localidade sempre foi ponto de atração de centenas de pescadores, sendo o rio principalmente naquela região fértil em Manjubas e Lambaris. O movimento de Paulínia, notadamente aos sábados à tarde aumentava bastante devido ao grande número de pescadores que para lá se dirigiam, sendo de se notar que muitos seguiam até ao rio Jaguari, a cinco quilômetros, que sempre teve em suas águas, dourados de porte regular. Mal que atingiu centenas de cidades ribeirinhas de todo Estado de São Paulo, a poluição das águas do Atibaia foi motivo de estudos profundos por parte de interessados, realizando-se por isso mesmo grande reunião em 12 de agosto de 1965, naquele município. Presentes o Sr. Cláudio Novaes, da Secretaria do governo e Assistência Social da Municipalidade: e representantes de diversas cidades vizinhas, além do Coronel Argeu Valente, que era Presidente da Federação Paulista de Caça e Pesca, constatou-se que, apesar da grita dos pescadores, os dirigentes dos Municípios por onde o caudaloso rio atravessava, pouco se interessavam pelo assunto, o que motivaria a extinção de uma comissão especial, nomeada há pouco pelo governo de São Paulo. Diante de grande número de amadores da pesca que se fizera presente, que se interessavam diretamente pelo assunto, foi proposta a fundação da CICPA —, tendo o vereador pela edilidade campineira Waldemar Haeitmann sugerido o nome de Conselho Intermunicipal de Controle da Poluição do Ar, órgão que iria funcionar em Santo André.

Em 1966 Paulínia já crescia a olhos vistos, sem atingir, no entanto, as raias do desenvolvimento alcançado em fins de 1970, sob a administração do sr. Vicente Amate.

5.1.2- Meio Biótico

Na área municipal a cobertura vegetal encontra-se bastante antropizada. O município de Paulínia e a região de entorno sofreu um processo de ocupação urbano, industrial e agrícola intenso nos últimos cinquenta anos, que levou à devastação das formações florestais naturais. Atualmente, a vegetação primária restringe-se a agrupamentos florestais com intervenção ou a vegetação secundária fragmentada, geralmente situada em propriedades rurais e sujeitos a sucessivas queimadas, e a capões preservados no entorno das cabeceiras de alguns cursos d'água de pequeno porte.

A mata ripária do rio Atibaia encontra-se fragmentada em remanescentes isolados e a cobertura natural de cerrado foi totalmente ocupada por pastagens e monoculturas da cana e laranja. Algumas pequenas áreas de cerrado em recuperação apresentam composição florística uniforme, com baixo número de espécies, evidenciando a perda do banco genético do cerrado original. Alguns esforços do poder público municipal de Paulínia para a preservação de áreas preservação permanente devem ser salientados, como plantio de espécies nativo para recomposição das áreas de nascentes e matas ripárias de cursos secundários, através de mudas produzidas no viveiro do Jardim Botânico Municipal.

Todas as referências, no que tangem ao meio biótico, estão relacionados com o bioma Cerrado e domínios da Mata Atlântica, no qual se insere o município de Paulínia. Estes biomas apresentam, em toda sua extensão grandes áreas alteradas, seja pelo uso do solo com fins agrícola, pecuário ou urbanização/industrialização.

No Estado de São Paulo, a Floresta Atlântica que ocupa as escarpas do maciço cristalino e se estende até o planalto, dá lugar, à partir deste, a uma formação florestal mais seca, denominada Floresta Estacional Semidecidual, condicionada pela dupla estacionalidade climática. Esta estacionalidade age como fator limitante na diminuição da presença de lianas, epífitas e fetos arborescentes, uma vez que a umidade microclimática da formação não se apresenta intensa durante o ano. A porcentagem de árvores caducifólias situa-se entre 20 a 50%. A ocupação agrícola, pecuária e a ocupação antrópica têm feito com que as paisagens destas áreas se transformassem em grupos de tipos fisionômicos residuais, com características próprias. Estes apresentam um grande número de espécies ainda na fase jovem e grande número de espécies pioneiras ou colonizadoras, além das ruderais.

A vegetação de cerrado (savana) apresenta-se como uma disjunção nos limites de seu corte no Planalto Central, sendo constituída originalmente por formações herbáceas intercaladas por plantas arbustivas lenhosas, de folhas coriáceas e xilopódios. Estes ambientes são serpenteadas por matas ripárias.

Figura 5.1- Uso e Ocupação do Solo e Cobertura Vegetal de Parte do Município de Paulínia



Figura 5.1

5.1.3- Meio Sócio-Econômico Regional

O Município de Paulínia está situado na Região Metropolitana de Campinas, a segunda mais desenvolvida do Estado, entre os municípios de Campinas, Americana, Sumaré, Cosmópolis e Jaguariúna, conforme Mapa 5.1.

Essa região, além de ser a segunda maior concentração populacional do Estado, com aproximadamente 3.613.286 habitantes, segundo dados do censo do IBGE de 1996, aglutina também uma significativa atividade industrial, financeira e comercial.

A região de Campinas é um importante pólo industrial e teve um crescimento intenso na década de 70 com a instalação de indústrias de autopeças, de componentes para a produção automobilística, de indústrias mecânicas, de material elétrico e de borracha. Este surto consolidou de forma definitiva a vocação da região, que desde a década de 50 vinha acompanhando crescimento da região metropolitana de São Paulo. Na década de 80, foi superada em sua produção de manufaturados apenas pela grande São Paulo e pelo Estado do Rio de Janeiro.

Desde o período do café, a região de Campinas colocou-se como o mais importante espaço econômico do interior do Estado. Devido sua posição estratégica em relação aos transportes ferroviário e rodoviário, a região ligou-se estreitamente com o processo de ocupação territorial de São Paulo, servindo como pólo intermediário nas relações interior-capital.

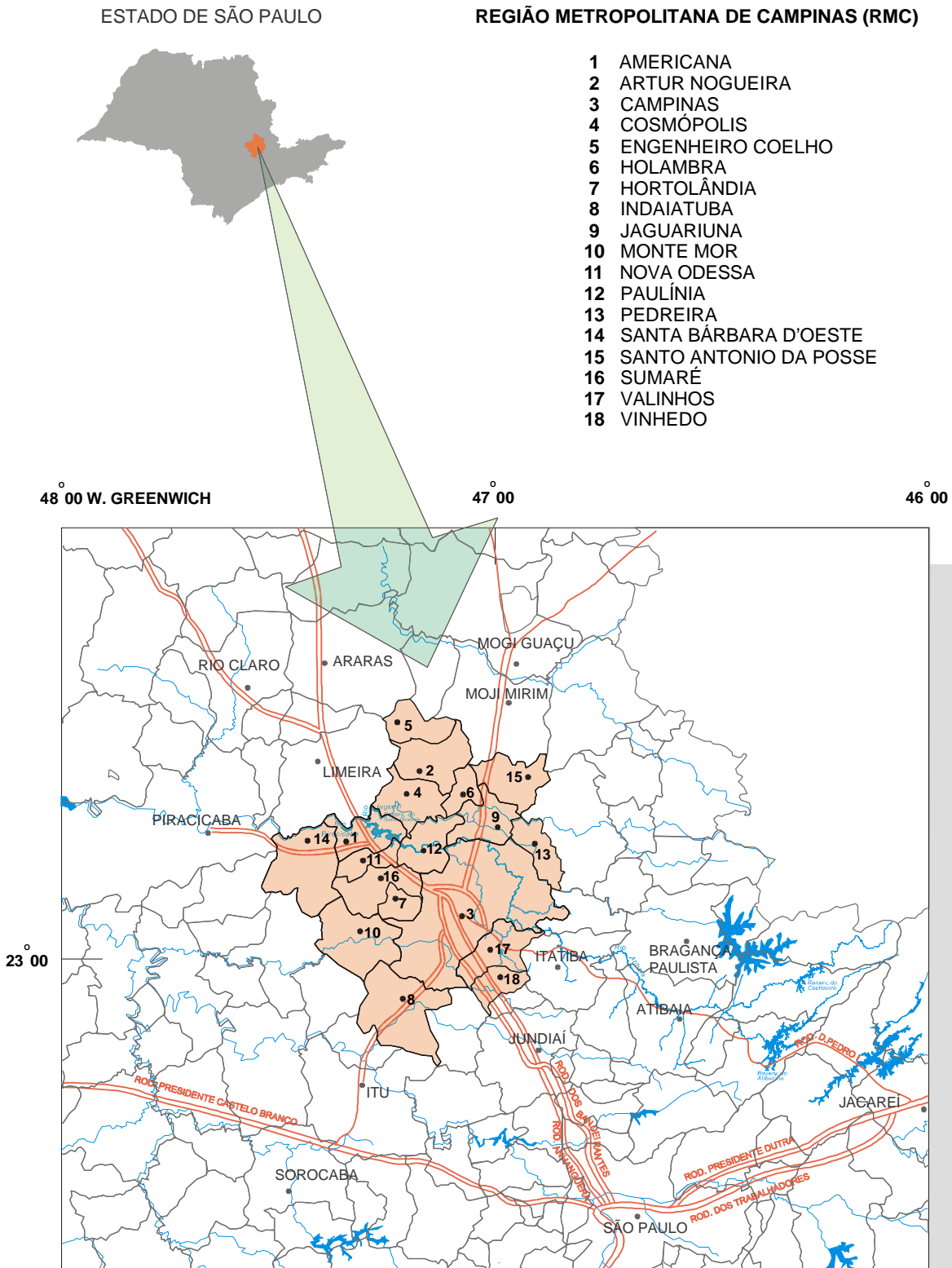
Logo o município de Campinas passou a exercer um papel de centralidade em relação ao interior e aos municípios de sub-região abrigando serviços e comércio de grande porte ou especializado, num processo de metropolização.

A importância do pólo petroquímico de Paulínia e de outras indústrias de porte como a RODHIA, foi muito representativa, mas não garantiu que na cidade se desenvolvesse uma rede de comércio e de serviços que pudesse afetar a centralidade de Campinas.

A distribuição espacial do município apresenta a seguinte configuração: as áreas de uso industrial ocupam principalmente os vetores leste e norte. As áreas centrais situadas a oeste da rodovia SP 332 que liga Campinas a Cosmópolis abrigam residências, comércios e serviços e a leste predomina o uso residencial. O vetor noroeste apresenta usos predominantemente residenciais.

A parcela de uso predominantemente rural fica, em sua maioria, na faixa oeste e sudoeste do município. Essas áreas vêm sofrendo uma transformação nos usos principalmente devido à proximidade com a periferia de Sumaré, aos parcelamentos recentes para venda de lotes e de casas populares.

Mapa 5.1– Região Metropolitana de Campinas



1 MAPA 5.1- REGIÃO METROPOLITANA DE CAMPINAS

Fonte: EQSS - 2000

Mapa 5.2– Área de Estudo – Município de Paulínia



- População

No Estado de São Paulo, a tendência de crescimento populacional foi de 1,6% ao ano durante o período de 1991-1996 e o percentual da população urbana sobre a rural passou de 92,7% em 1991 para 93,1% em 1996. O crescimento populacional de Paulínia, no mesmo período apresentou um ritmo mais intenso (3,9%). A população urbana manteve-se estável no mesmo período 89,7% em 1991 e 90,0% em 1996.

Hoje, segundo os dados do Censo IBGE 2000, o município de Paulínia apresenta uma população de 51.242 habitantes, sendo que 50.677 habitantes são residentes na área urbana (98,9% dos munícipes).

Com uma extensão territorial de 139 km² a densidade demográfica de Paulínia é alta, com 368,65 hab/km².

Em relação aos dados do Censo de 1996, o crescimento acumulado da população no período foi de 28,23%. Tal crescimento é nitidamente percebido pela ocupação do espaço territorial urbano, registrado pelos levantamentos aerofotogramétricos realizados nos anos de 1995 e 2000.

Tabela 5.1 - População Rural e Urbana do Município de Paulínia (1980 - 2000)

População	1980		1991		1996		2000	
	Nº Hab.	%	Nº Hab.	%	Nº Hab.	%	Nº Hab.	%
Urbana	18.919	92,0	32.907	89,7	39.972	90,0	50.677	98,9
Rural	1.654	8,0	3.799	10,3	4.459	10,0	565	1,1
Total	20.573	100,0	36.706	100,0	44.431	100,0	51.242	100,0

Fonte: IBGE, Censos Demográficos 1980, 1991, Contagem Populacional de 1996, Censo 2000; FPFL – Cepam e site IBGE/cidades.

Os dados referentes à população por idade mostra que 25 % da população está na faixa entre 25 e 39 anos. O segmento entre 25 e 59 anos atingiu, por sua vez, 44,5%. A faixa entre 25 e 39 anos mantém uma forte participação no mercado de trabalho.

Tabela 5.2- População Por Faixa Etária do Município de Paulínia (1996)

Faixa Etária	Homens	Mulheres	Total
0 a 9 anos	4.092	3.822	7.914
10 a 14 anos	2.259	2.219	4.478
15 a 24 anos	4.516	4.516	9.032
25 a 39 anos	5.776	5.804	11.580
40 a 59 anos	4.231	3.980	8.211
60 anos e mais	1.350	1.544	2.894
Ignorada	175	147	322
Total	22.399	22.032	44.431

Fonte: Fundação IBGE, Contagem Populacional de 1996.

Em 1996 a população migrante era originária, principalmente do Estado de São Paulo (59,2%), e em menor percentual dos outros estados da Região Sudeste (13,7%) e do nordeste (12,7%).

O fluxo migratório para Paulínia foi de 5.431 pessoas. Desse total, 33,1% tinham entre 25 e 39 anos e 25,2% entre 15 e 24 anos.

- Economia

Segundo dados preliminares do Censo 2000, o município de Paulínia conta com 1774 empresas com CGC em funcionamento. Destas, 158 unidades – ou 8,9% do total - são do setor de transportes, armazenagem e comunicações. Estas 158 unidades geraram 1444 empregos regulares, ou 7,85% do total de 18403 empregos gerados no município.

Segundo a Pesquisa Agrícola Municipal, a cultura da laranja era a cultura permanente que se destacava no município até 1990, ocupando 250 ha de uma área de 560 ha. Desde então, devido a crises no setor, a área ocupada por estes estabelecimentos vem reduzindo. Atualmente, apenas 1% dos estabelecimentos e 0,69% do pessoal ocupado está ligado a atividades do setor primário.

O setor terciário é o que prevalece no município de Paulínia, tanto em número de empregos como em número de estabelecimentos. A indústria, apesar ter 9% dos estabelecimentos, representa 33% dos empregos gerados no município e de grandes unidades industriais, como a Rhodia, a Du Pont e a Cargil. Do total de pessoas empregadas na indústria, 86% trabalham em empresas com 100 ou mais pessoas ocupadas.

Pelos dados preliminares do Censo 2000, as empresas atuantes no município de Paulínia estão assim distribuídas:

Tabela 5.3- Empresas por Ramos de Atividades

Ramos de Atividades	Estabelecimentos		Pessoal Ocupado	
	Total	%	Total	%
Agricultura, pecuária, silvicultura e exploração florestal	17	0,96	127	0,69
Indústrias extrativas	02	0,11	10	0,05
Indústrias de transformação	153	8,62	6065	32,96
Produção e distribuição de eletricidade, gás e água	05	0,28	45	0,24
Construção	129	7,27	1351	7,34
Comércio, reparação veículos automotores, objetos pessoais e domésticos	764	43,07	3985	21,64
Alojamento e alimentação	188	10,60	650	3,53
Transporte, armazenagem e comunicação	158	8,91	1444	7,85
Intermediação financeira	30	1,69	217	1,18
Imobiliárias, aluguéis e serviços prestados às empresas	224	12,63	817	4,43
Administração pública, defesa e seguridade social	05	0,28	3229	17,54
Educação	08	0,45	46	0,25
Saúde e serviços sociais	16	0,90	112	0,61
Outros serviços coletivos, sociais e pessoais	75	4,23	305	1,69
TOTAL	1774	100	18403	100

Fonte: Censo IBGE 2000

5.2 Climatológica

5.2.1- Climatologia

De acordo com Monteiro (1973), o Estado de São Paulo está sob a influência de dois climas sazonais: Clima Tropical, controlado por massas equatoriais e tropicais ao norte e o Clima Subtropical, controlado por massas tropicais e polares ao sul, correspondendo a 70 e 30% do Estado em área, respectivamente.

5.2.2- Área de Influência Indireta

5.2.2.1- Meio Físico

Os aspectos ambientais considerados relevantes do meio físico são o clima e as condições meteorológicas. Estas variáveis são governadas substancialmente por fatores geográficos e continentais, tais como a latitude e a proximidade das grandes massas líquidas dos oceanos. A topografia interfere nessas condições gerais, diferenciando ou particularizando alguns elementos climáticos a nível local.

Para a caracterização climática, são, portanto, apresentados dados de monitoramento climáticos disponíveis para estações localizadas nas proximidades, cuja relação é apresentada no quadro a seguir.

Tabela 5.4- Estações Meteorológicas

ESTAÇÃO			ENTIDADE OPERADORA	PERÍODO DOS DADOS UTILIZADOS
CÓDIGO	NOME	MUNICÍPIO		
02347072	Campinas 83729	Campinas	IAC	1961 / 1990
02347068	Tietê IAC 83777	Tietê	IAC	1961 / 1990
02246042	Monte Alegre do Sul 83730	Monte Alegre do Sul	IAC	1961 / 1990

Fonte: Instituto Agronômico de Campinas

Figura 5.2- Localização das Estações Meteorológicas

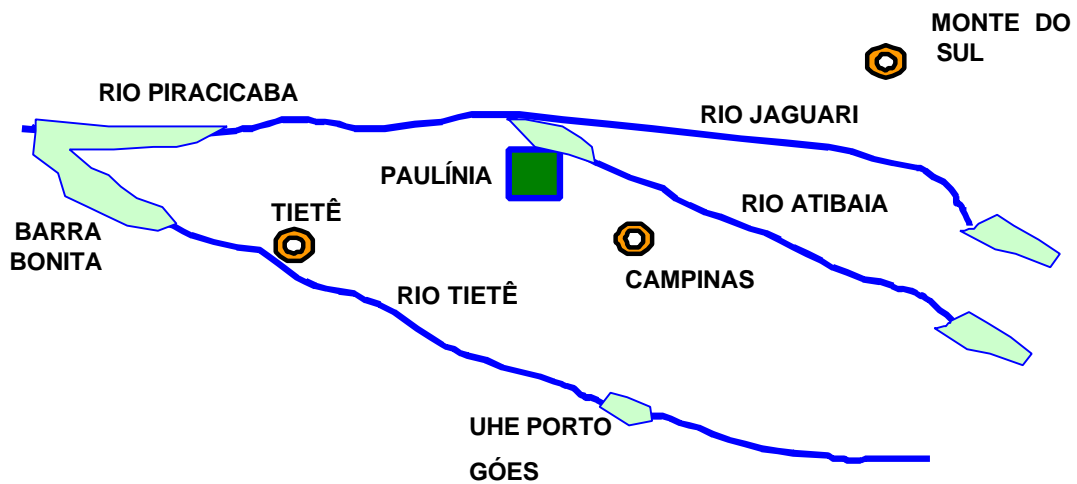
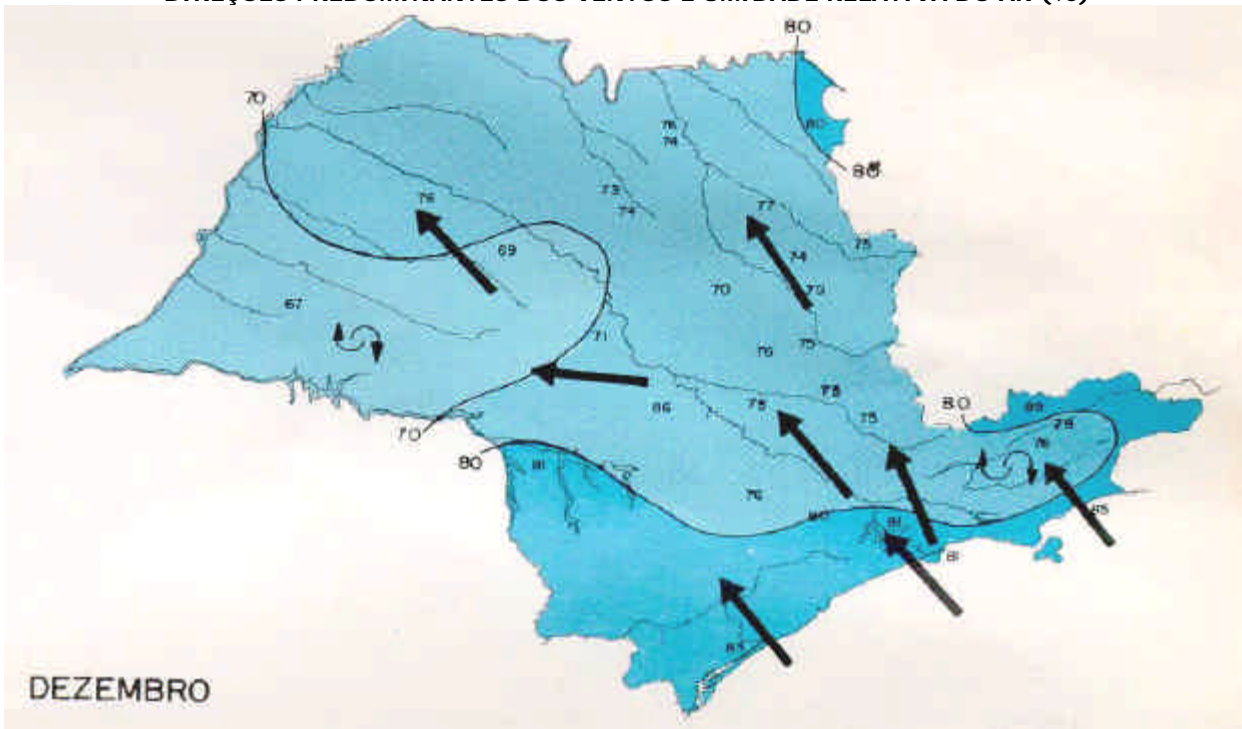


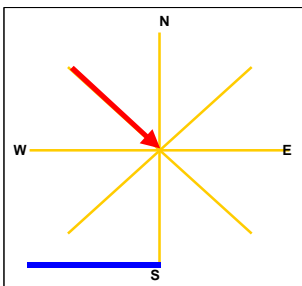
Figura 5.3- Direções Predominantes dos Ventos e Umidade Relativa do Ar (%)

DIREÇÕES PREDOMINANTES DOS VENTOS E UMIDADE RELATIVA DO AR (%)

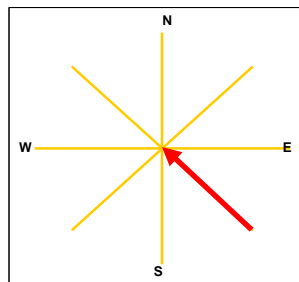


Fonte : Diagnóstico Básico do Plano de Irrigação do Estado de São Paulo. Atlas de Desenvolvimento Departamento de Águas e Energia Elétrica - DAEE, 1973

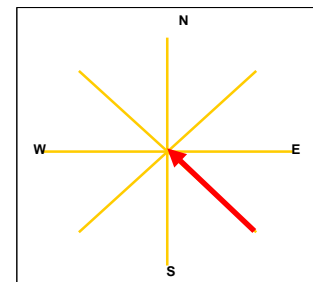
CAMPINAS



MONTE ALEGRE DO SUL



TIETÊ



LOCAIS COM DADOS DISPONÍVEIS APENAS PARA AS DIREÇÕES PREDOMINANTES (SEM DADOS DE FREQUÊNCIA POR DIREÇÃO)

- DIREÇÃO MAIS FREQUENTE
- 2a DIREÇÃO MAIS FREQUENTE para Campinas referem-se aos dados de 1997

ESTAÇÕES : - CAMPINAS (SP) - MÉDIAS DO PERÍODO 1956 / 1997
 - TIETÊ (SP) - NORMAIS CLIMAT. - 1961 / 1990
 - MONTE ALEGRE DO SUL (SP) - NORMAIS CLIMAT. - 1961 / 1990
 Estações operadas pelo IAC - Instituto Agrônomo de Campinas

Figura 5.3 - DIREÇÕES PREDOMINANTES DOS VENTOS E UMIDADE RELATIVA DO AR CARACTERÍSTICAS MÉDIAS DO MÊS DE DEZEMBRO

5.3 Geomorfológica

Na região de estudo são reconhecidas duas províncias geomorfológicas: Planalto Atlântico e Depressão Periférica (IG, 1993 e 1995).

No Planalto Atlântico (porção oriental), ocorrem morros e morrotes (altitudes entre 683 e 732 m) com densa rede de drenagem. As planícies de deposição são raras e pouco desenvolvidas. É freqüente a ocorrência de grandes matacões e blocos de granito aflorante ao longo das vertentes. Esta característica morfológica evidencia a suscetibilidade natural do relevo aos processos morfodinâmicos e a restrição ao adensamento da ocupação. Sobre os topos destes morros e morretes a topografia é menos dissecada, formando colinas suavemente onduladas.

Nas áreas com altitudes intermediárias (600 a 650 m) ocorrem formas colinosas com topos amplos, perfis de vertente suaves e amplitudes que raramente ultrapassam 100m, correspondentes às seguintes formas de relevo: colinas e morrotes, colinas médias e amplas, colinas amplas, colinas amplas e sub-horizontais. Estas formas de relevo ocorrem geralmente na zona de transição entre o Planalto Atlântico e a Depressão Periférica. Esses relevos de transição apresentam-se dissecados pela forte intensidade dos processos erosivos, principalmente onde afloram os sedimentos da Formação Itararé.

No nível inferior (515 a 665 m) ocorrem tipos de relevo associados à dissecção da superfície Pd1 correspondentes a: colinas amplas e médias, colinas médias e pequenas, colinas pequenas e rampas sedimentares. Estes tipos de relevo caracterizam-se pela menor dimensão das suas formas. Ocorrem de forma isolada, feições escarpadas de origem estrutural. Em geral essas formas de relevo são susceptíveis a processos erosivos dos tipos: erosão laminar, sulcos rasos e profundos, reentalhe de cabeceira de drenagem, ravinas, boçorocas, terracetes e rastejos de solo. Esses processos intensificam-se junto às áreas de maior ocupação urbana.

5.4 Geológica

Na porção oriental da área de estudo ocorrem rochas pré-cambrianas de altos e médios graus de metamorfismo, intrudidas por granitos. Na porção ocidental ocorrem rochas sedimentares da Formação Itararé, intrudidas por diabásios associados à Formação Serra Geral (Figura 5.4).

A geologia da região formada por 5 unidades litoestratigráficas: Embasamento Cristalino, Formação Itararé, Formação Serra Geral, Cobertura Cenozóica e depósito aluvionar (Mapa 5.3).

O Embasamento Cristalino é representado por rochas de idade pré-cambriana, sendo constituído pelos seguintes litotipos:

Granitóide Jaguariúna; Granitóide Morungaba; Granitóides e Gnaisses da Nappe Socorro-Guaxupé; Gnaisses, Ortoquartzitos, Xistos, Ortognaisses, Gnaisses Graníticos; e Rochas Magmáticas da Faixa Alto Rio Grande.

As rochas sedimentares da Formação Itararé, de idade paleozóica, correspondem aos depósitos glaciais continentais, glácio marinhos, deltáicos, lacustres e marinhos. Segundo IG/SMA (1995), a espessura do pacote sedimentar Itararé pode variar de 0 a 400 m, sendo mais espesso na região ocidental. Os litotipos das rochas sedimentares presentes na área são:

- Arenitos Médios e Grossos - ocorrem em pacotes de espessura métrica, arcossianos, com presença de estratificação cruzada, granudecrescência ascendente e conglomerados;
- Arenitos Finos predominantemente laminados - são arenitos micáceos em pacotes decimétricos a decamétricos;
- Lamitos com Seixos - correspondem a intercalações de argilitos, siltitos, ritmitos e lentes de arenito muito fino; os seixos e grânulos são constituídos de litologias variadas;
- Ritmitos - correspondem a intercalações de arenitos finos e argilitos sílticos de espessura milimétrica a métrica;
- Lamitos com intercalações verticais e laterais - são arenitos, siltitos, ritmitos e arenitos pelíticos;
- Siltitos correlacionados à Formação Tatuí - são geralmente laminados, de cor marrom arroxeada a branco;

Itararé indiviso - nas áreas correspondentes a esta unidade pode ocorrer todos os litotipos acima descritos, correspondentes ao Itararé.

A Formação Serra Geral é constituída por basaltos toleíticos de idade mesozóica, sendo que na região ocorrem como Diabásio, na forma de diques irregulares e/ou

soleiras. No município de Campinas foram verificadas espessuras da ordem de 300m (IG, 1993).

Os sedimentos da Cobertura Cenozóica, de idade terciária a pleistocênica, correlacionáveis à Formação Rio Claro, possuem na área estudada, espessura máxima de aproximadamente 40m. Esta unidade foi subdividida nos seguintes litotipos:

- Arenitos finos pelíticos maciços - correspondem a depósitos coluviais de topo de encosta, com espessuras máxima de 11m, ocorrem em discordância erosiva sobre outras unidades Cenozóicas e sobre a Formação Itararé. Ocorrem predominantemente na região leste do município de Cosmópolis;
- Lamitos e arenitos pelíticos maciços - são depósitos de fluxo gravitacional (colúvios mais corridas de lama) de meia encosta e vertente, com ocorrência freqüente de pavimento de clastos na base;
- Argilitos, siltitos e arenitos correspondentes a depósitos fluviais - ocupam topos de encostas de colinas amplas e pequenas. Esta unidade possui uma espessura máxima ao redor de 30 m e ocorre predominantemente nas regiões de Paulínia (siltitos, arenitos e lamitos) e Jaguariúna (lamitos e arenitos).

Nos depósitos aluvionares, ocorrem areias de granulação variada, argilas e cascalhos inconsolidados, de idade holocênica, e correspondem aos depósitos de calha e/ou terraços associados aos rios principais da área estudada. Sua espessura máxima é da ordem de 10 m.

A Figura 5.5 demonstra as unidades litoestratigráficas que compõem a geologia de uma região que apresenta diversos tipos de usos e ocupações do solo.

Figura 5.4- Seção Geológica Esquemática Sudeste-Noroeste do Estado de São Paulo

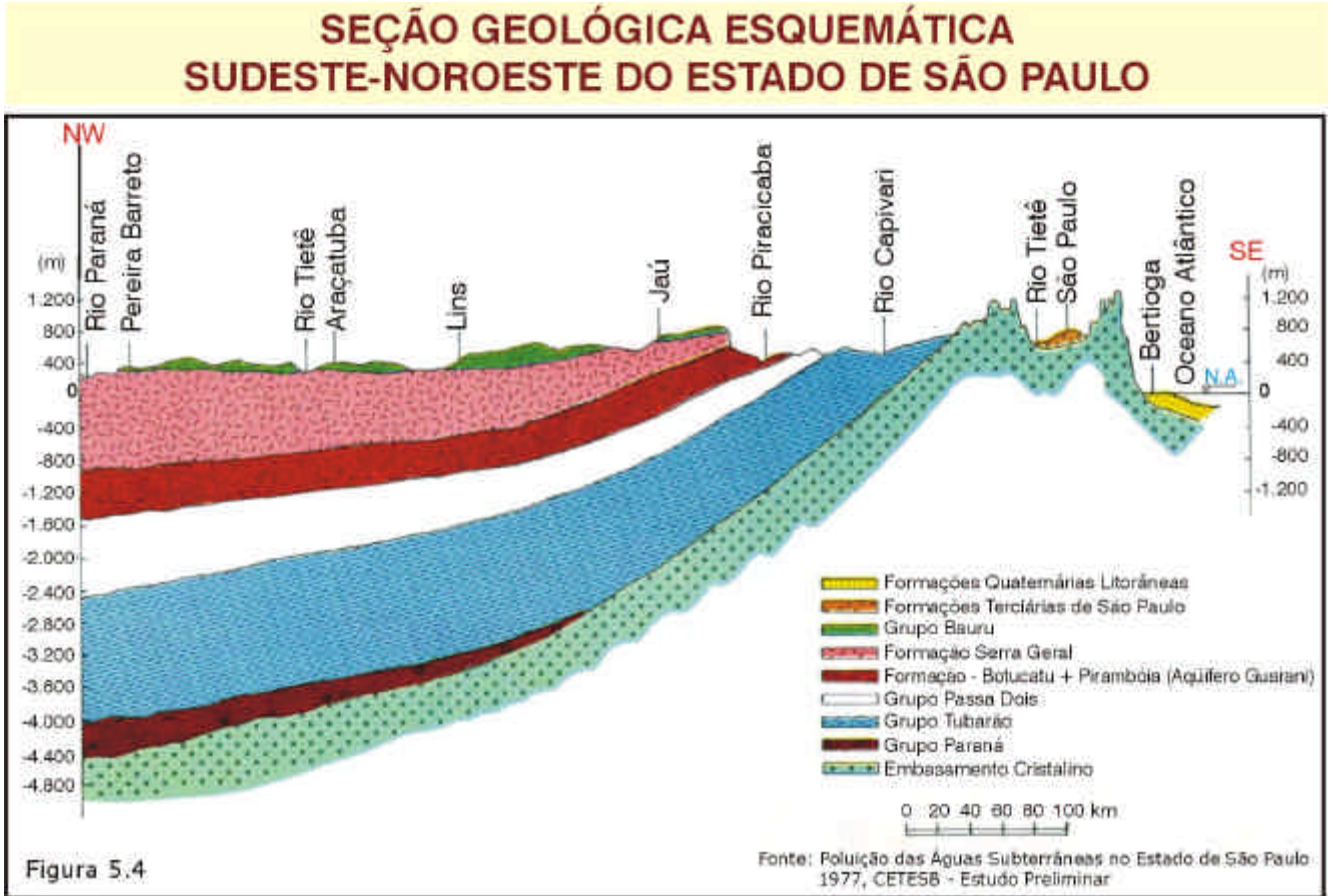


Figura 5.5- Geologia de Parte do Município de Paulínia

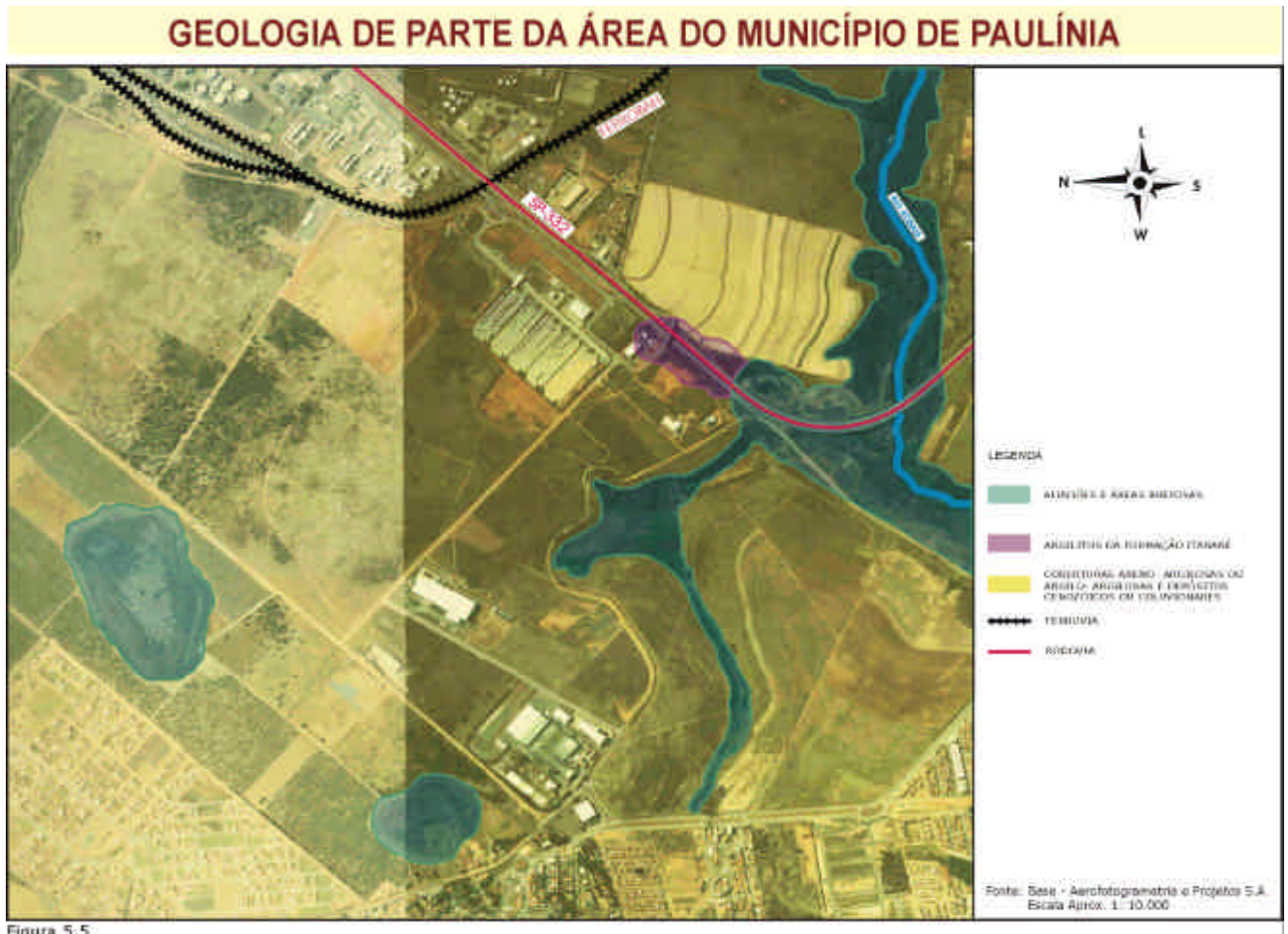
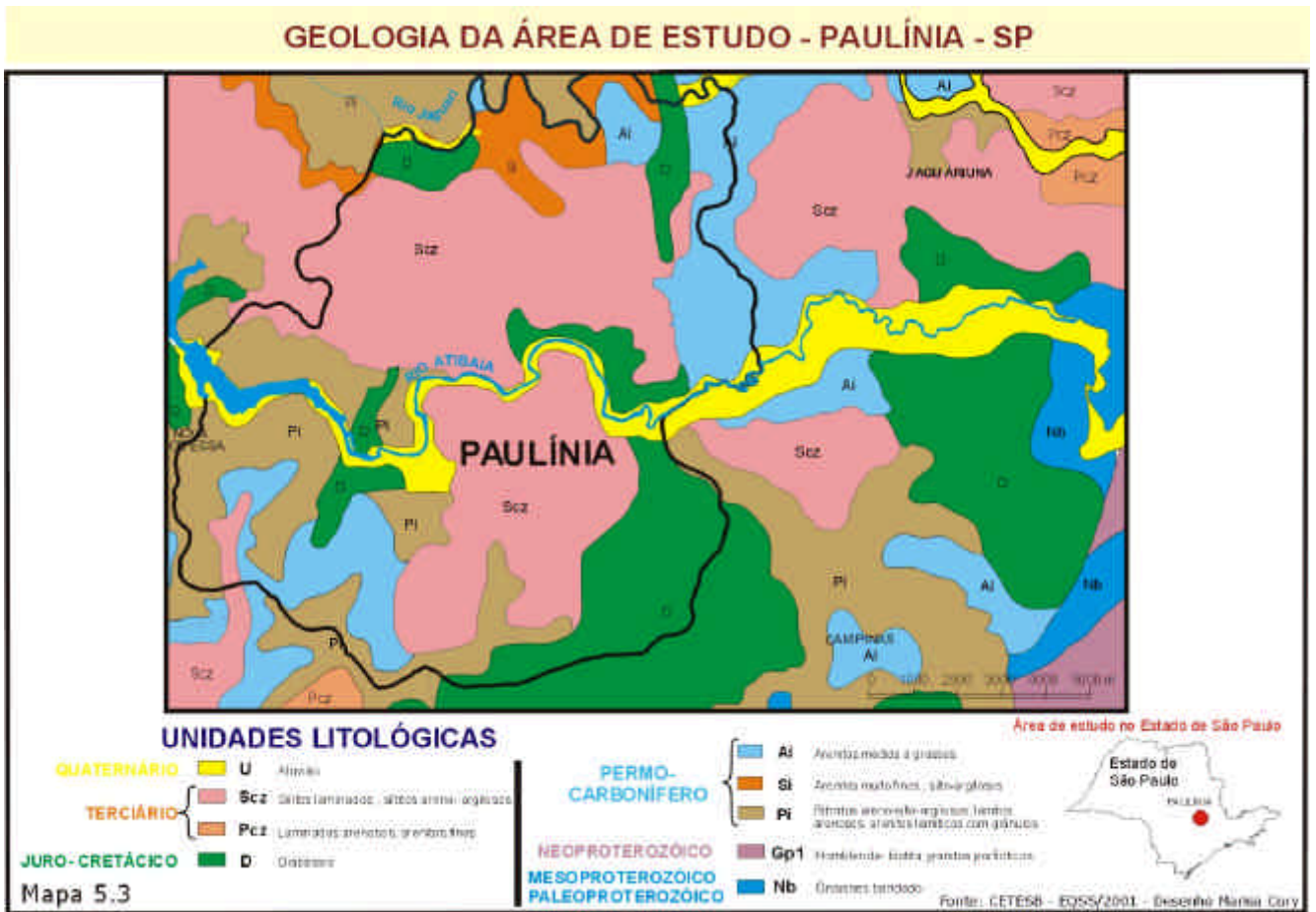


Figura 5.5:

Mapa 5.3 – Geologia da Área de Estudo - Município de Paulínia



5.5 Hidrogeológica

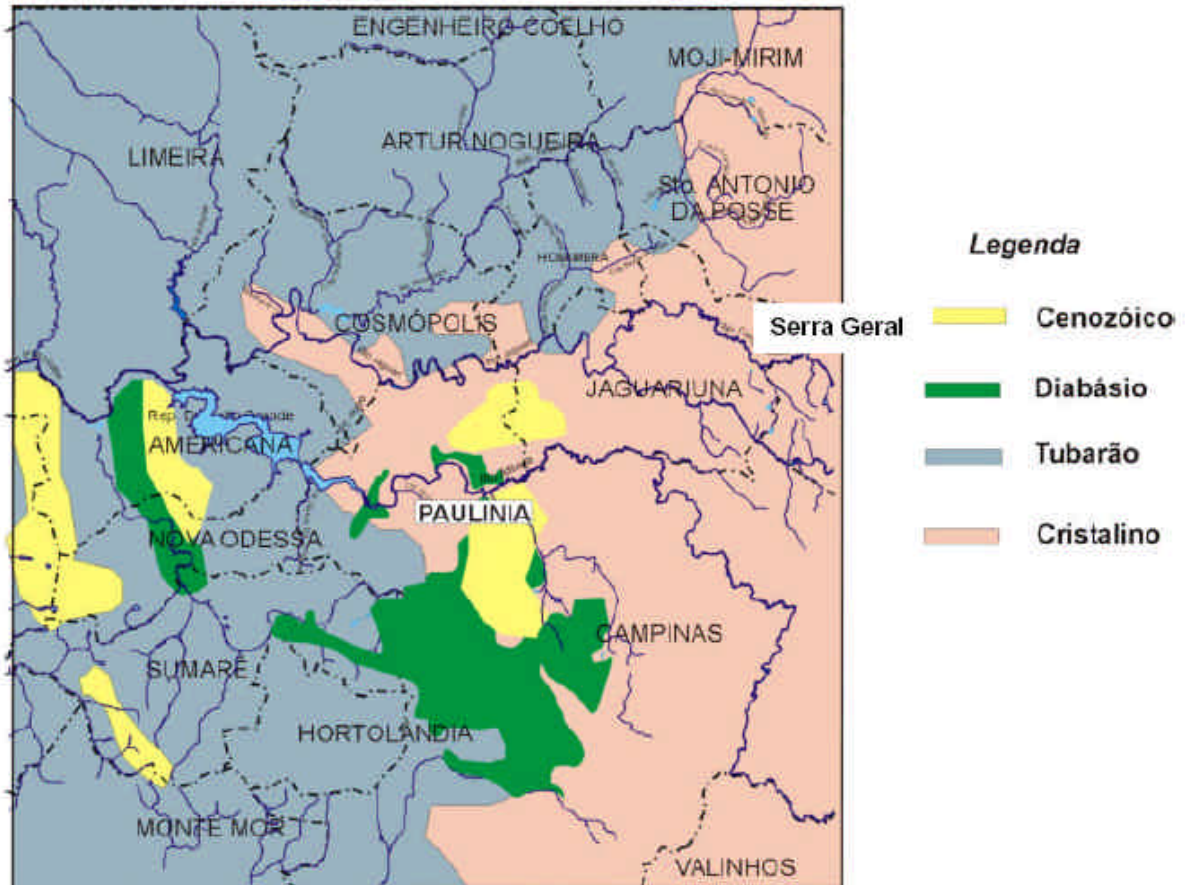
As unidades aquíferas presentes na Região Metropolitana de Campinas são pertencentes aos seguintes sistemas :

- Cristalino – é um aquífero do tipo fissural, de caráter eventual, com extensão regional, livre a semi-confinado, heterogêneo, descontínuo e anisotrópico.
- Tubarão – é um aquífero granular, livre a semi-confinado, de extensão regional, sendo localmente contínuo e isotrópico.
- Diabásio - é um aquífero de caráter eventual, de extensão limitada, livre e semi-confinado, sendo localmente contínuo, heterogêneo e anisotrópico.
- Cenozóico – é um aquífero granular, livre, de extensão limitada a semi-regional, sendo localmente contínuo, heterogêneo e anisotrópico.
- Aluvionar

A Figura 5.6 apresenta os principais aquíferos da região. Nela os dois grandes sistemas aquíferos são o Sistema Aquífero Cristalino, ocorrente na parte leste da área de estudo e o Sistema Aquífero Tubarão, especificamente o Aquífero Itararé aflorante nas porções central e oeste da Região Metropolitana de Campinas. Secundariamente, os corpos de diabásio, correlacionados à Formação Serra Geral, são considerados aquíferos locais devido sua ocorrência em corpos de dimensões e profundidades variadas.

O aquífero pertencente ao sistema Cenozóico e Aluvionar apresenta maior risco de comprometimento da qualidade das águas, por serem mais facilmente atingidos por poluentes, manuseados na superfície do terreno e também pelo menor grau de consolidação destes sedimentos.

Figura 5.6- Principais Aqüíferos da Região



2 FIGURA 5.6- PRINCIPAIS AQÜÍFEROS DA REGIÃO

5.5.1- Caracterização da Vulnerabilidade Natural

Os componentes da vulnerabilidade de um aquífero não são diretamente mensuráveis, mas, sim, determinados por meio de combinações de outros fatores (Tabela 5.5). Além disso, dados referentes a vários fatores não podem ser facilmente estimados ou não estão disponíveis, o que obriga, na prática, a uma redução e simplificação da lista de parâmetros disponíveis ficará reduzida a três, a saber:

O tipo de ocorrência da água subterrânea (ou a condição do aquífero);

As características dos extratos acima da zona saturada, em termos de grau de consolidação e tipo litológico, e

A profundidade do nível da água.

A Figura 5.7 mostra a representação esquemática dos diferentes tipos de aquíferos.

O método empírico (FOSTER, 1987), proposto para a avaliação da vulnerabilidade natural do aquífero, engloba sucessivamente esses três fatores (Figura 5.8). A primeira fase consiste na identificação do tipo de ocorrência da água subterrânea, num intervalo de 0 – 1.

A segunda fase trata da especificação dos tipos litológicos acima da zona saturada do aquífero, com a discriminação do grau de consolidação (presença ou ausência de permeabilidade por fissuras) e das características granulométricas e litológicas. Tal fator é representado numa escala de 0,3 – 1,0, além de um sufixo para os casos de tipos litológicos que apresentem fissuras ou com baixa capacidade de atenuação de poluentes.

A terceira fase é estimativa da profundidade do nível da água (ou do topo do aquífero confinado), numa escala de 0,4 – 1,0. O produto dos três parâmetros será o índice de vulnerabilidade, expresso numa escala de 0 – 1, em termos relativos.

Tabela 5.5- Lista de Dados e Informações Necessárias para a Caracterização da Vulnerabilidade

Vulnerabilidade do Aquífero	Informações Necessárias	Informações Normalmente Disponíveis
Ocorrência da Água Subterrânea	<ul style="list-style-type: none"> - existência de aquífero - qualidade hidroquímica da água subterrânea 	<ul style="list-style-type: none"> - existência de aquífero - qualidade hidroquímica da água subterrânea
Acessibilidade Hidráulica	<ul style="list-style-type: none"> - tipo de ocorrência de água subterrânea - profundidade da água subterrânea - capacidade de infiltração do solo - conteúdo de umidade da zona não saturada/retenção específica - condutividade hidráulica vertical do aquífero ou aquitarde 	<ul style="list-style-type: none"> - tipo de ocorrência da água subterrânea - profundidade da água subterrânea - litologia, grau de consolidação e conteúdo de argila do aquífero ou aquitarde
Capacidade de Atenuação	<ul style="list-style-type: none"> - espessura do solo e textura - distribuição e tamanho dos grãos (fissuras) - mineralogia da matriz (argila/óxidos de Fé e Al/ conteúdo de matéria orgânica) - porcentagem de argila 	<ul style="list-style-type: none"> - característica litológica do aquífero ou aquífero
Carga Poluidora		
Poluente – Mobilidade e Persistência	<ul style="list-style-type: none"> - substância poluente - característica físico-química (filtração, sorção, troca iônica, volume, solubilidade) - reatividade química (precipitação, hidrólise, complexação) - biodegradabilidade 	<ul style="list-style-type: none"> - possibilidade de ocorrência do poluente - aspectos gerais da mobilidade do poluente - aspectos gerais da reação química - persistência relativa do poluente
Intensidade do Poluente	<ul style="list-style-type: none"> - concentração relativa a padrões de qualidade do evento poluidor - proporção afetada da área de recarga - tratamento dos resíduos poluidores 	<ul style="list-style-type: none"> - concentração máxima possível do evento - tipo de fonte poluidora

Caracterização da Área de Estudo

Modo de Disposição	<ul style="list-style-type: none">- profundidade de descarga do poluente- carga hidráulica (associado com descarga de poluente + escoamento superficial)	<ul style="list-style-type: none">- profundidade da descarga do poluente- carga hidráulica
Duração da Carga Poluidora	<ul style="list-style-type: none">- duração de aplicação- probabilidade da ocorrência da carga	<ul style="list-style-type: none">- tipo de fonte poluidora

(FOSTER & HIRATA, 1988)

Figura 5.7- Representação Esquemática dos Diferentes Tipos de Aquíferos

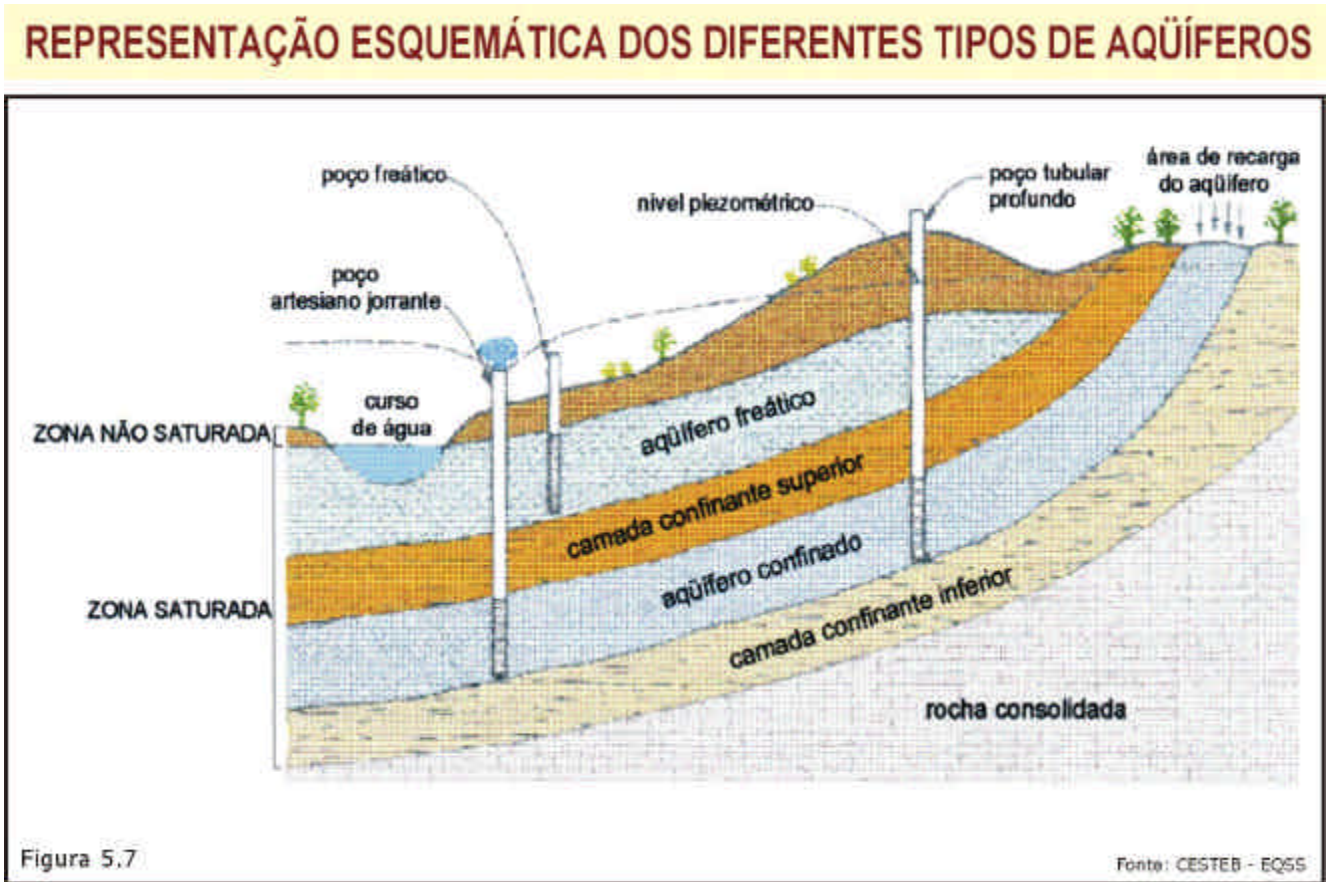
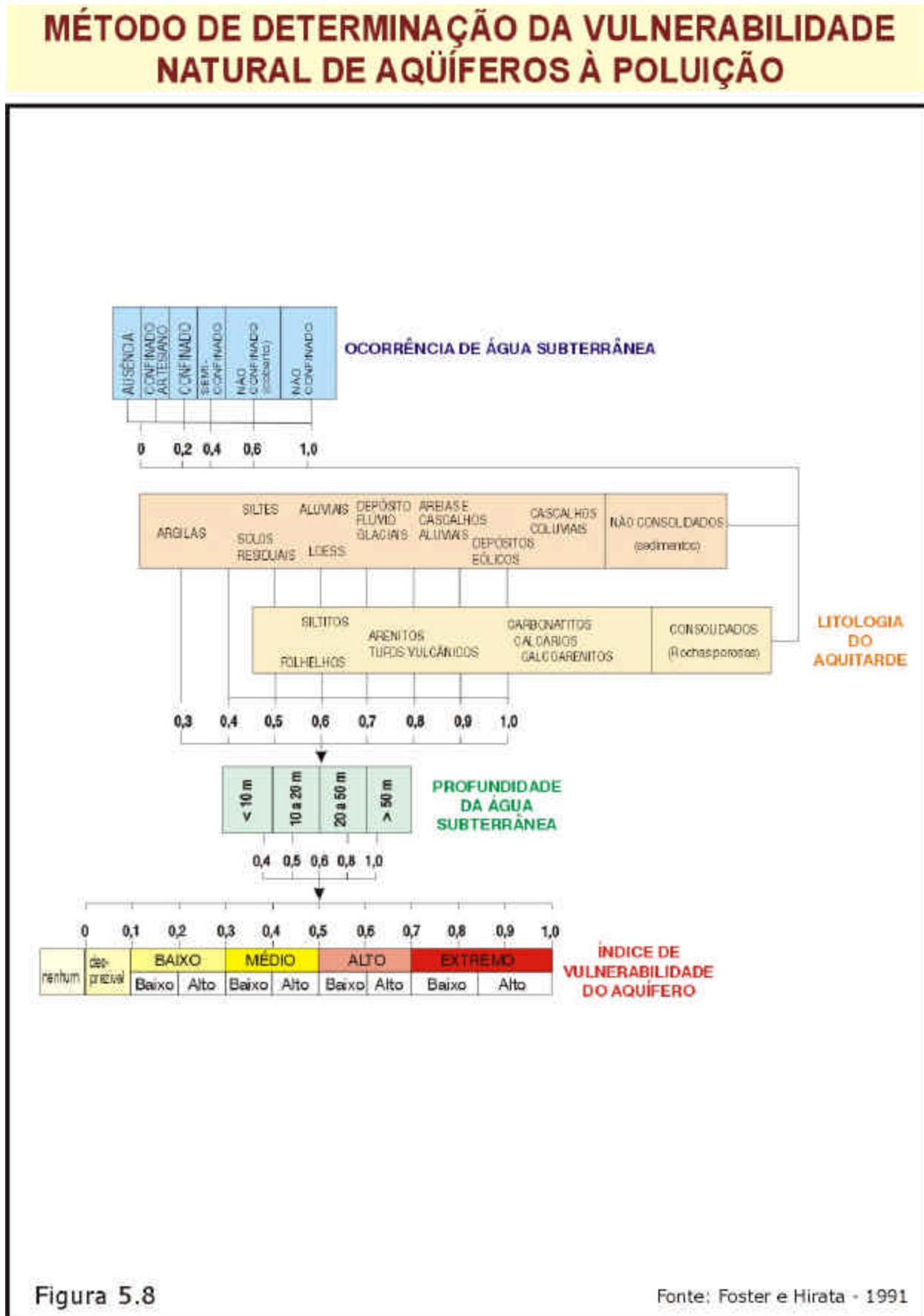


Figura 5.8- Sistema de Avaliação do Índice de Vulnerabilidade Natural do Aquífero

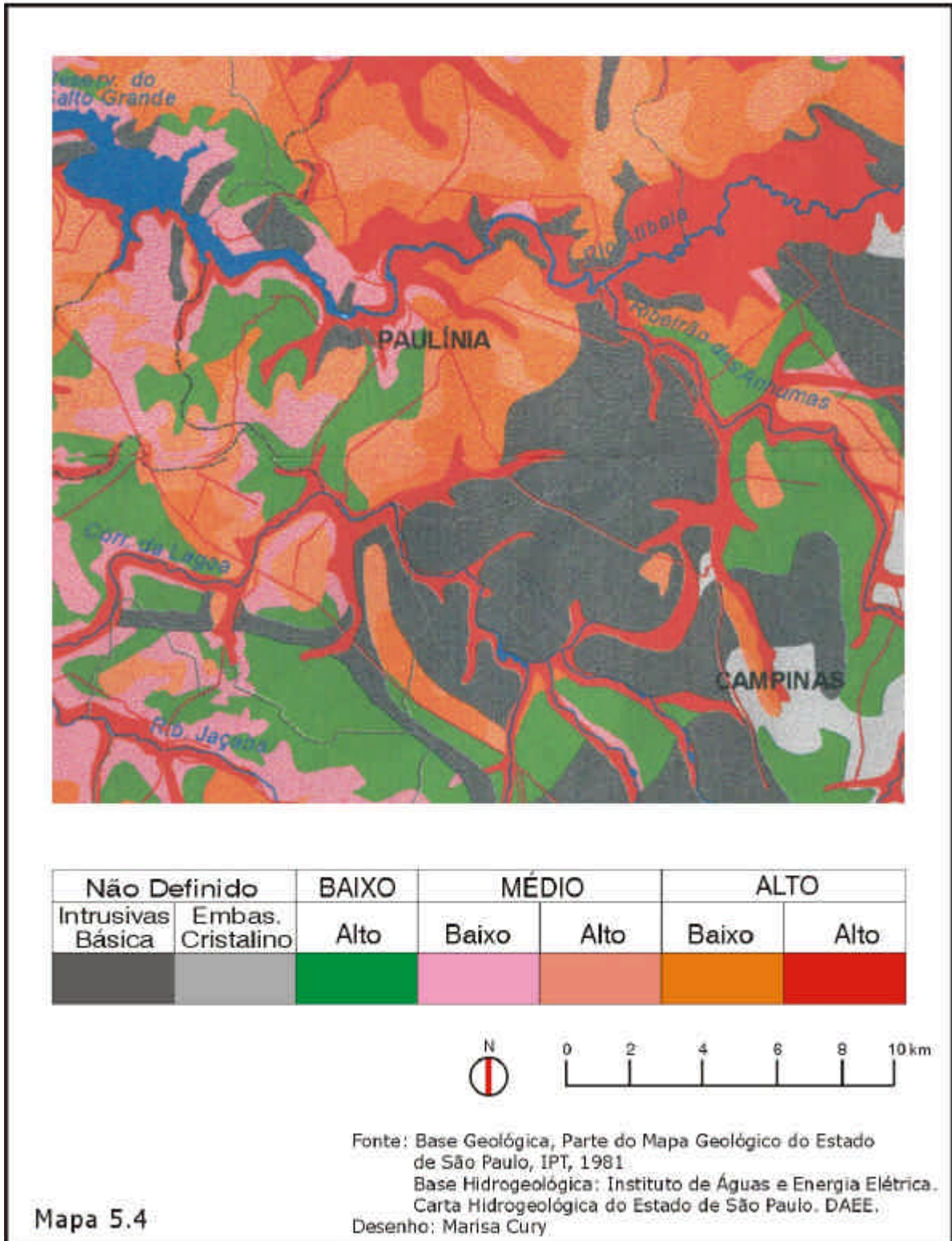


Mapas de vulnerabilidade (Mapa 5.4) obtidos por meio de esquemas simplificados como esse, devem sempre ser interpretados com certa precaução, uma vez que não existe uma vulnerabilidade geral a uma poluição universal, num cenário típico de poluição (FOSTER, 1987). Não obstante, considera-se que um sistema de classificação e mapeamento de aquíferos com base em um só índice de vulnerabilidade pode ser útil ao nível de reconhecimento. Sua validade técnica pode ser assumida desde que fique claro que esse índice não se refere a poluentes móveis e persistentes que não sofrem retenção significativa ou transformação durante o transporte em subsuperfície. Esquemas generalizados e simplificados, quando não existem informações suficientes ou dados adequados, vêm sendo progressivamente desenvolvidos por vários autores (ALBINET & MARGAT, 1970; ALLERT et al., 1985).

A cartografia da vulnerabilidade desenvolvida utilizou-se do método proposto, com pequenas adaptações. O tipo de ocorrência da água subterrânea (modelo de circulação da água no aquífero) foi obtido a partir dos estudos regionais desenvolvidos pelo DAEE e estudos locais de detalhe (IG, 1989, 1990, 1991 e 1993). As características dos extratos acima da zona saturada foram retirados do Mapa Geológico do Estado de São Paulo (IPT, 1981), na escala 1:500.000.

Mapa 5.4- Vulnerabilidade das Águas Subterrâneas na Região de Paulínia

VULNERABILIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NA REGIÃO DE PAULÍNIA



5.5.2- Caracterização Hidrogeológica e Circulação da Água Subterrânea

5.5.2.1- Sistema Aquífero Cristalino

O Sistema Aquífero Cristalino é uma unidade com extensão regional, heterogênea e anisotrópica, onde a água subterrânea ocorre no manto de alteração e/ou nas discontinuidades rúpteis. No manto de alteração, o sistema assume comportamento semelhante a um Aquífero granular livre, devido à ação resultante do intemperismo. Nas discontinuidades rúpteis do Sistema Aquífero Cristalino, a água circula apenas nas fendas e fissuras abertas, geradas principalmente por atividades tectônicas. É, portanto, à parte do aquífero com porosidade por fraturamento, que fornece ao mesmo o caráter de aquífero eventual.

Com relação à análise da influência dos lineamentos na produtividade dos poços, verificou-se o mesmo padrão geral observado nos estudos realizados na eixo Sorocaba - Campinas (IG, 1990a, 1990b; 1991 e 1993), isto é, a influência positiva dos mesmos, que no caso particular desta avaliação foi bastante acentuada principalmente nos lineamentos de direção NS e secundariamente na EW.

Apesar de pequena a quantidade de poços que explora exclusivamente este sistema, é o aquífero que apresentou o melhor resultado em termos de produtividade, com capacidade específica média de $0,56 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$ e profundidade média dos poços de 100 m.

De acordo com a avaliação realizada na Região Administrativa de Campinas (DAEE 1982), este sistema aquífero apresenta valores de capacidade específica entre 0,002 a $7,0 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$ e transmissividade entre 1 a $100 \text{ m}^2/\text{dia}$.

5.5.2.2- Sistema Aquífero Tubarão (Aquífero Itararé)

É um Aquífero de extensão regional, granular, livre a semiconfinado, heterogêneo, descontínuo e anisotrópico, devido às intercalações e/ou interdigitações de camadas de diferentes granulometrias, que na área de estudo é representado pelo Aquífero Itararé.

Estão cadastrados no total 321 poços que exploram exclusivamente o Aquífero Itararé. Estes poços podem ocasionalmente apresentar pequenas quantidades de diabásio e/ou de granito, não superiores a 10 m no perfil dos poços.

Para o cálculo da capacidade específica foram utilizados 263 poços, que resultou num valor médio de $0,21 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$ e com maior frequência na faixa de 0,10 a $0,50 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$.

A porcentagem de areia no perfil dos poços do Tubarão (em muitos casos envolvendo também o Aquífero Cenozóico), é em termos médios, relativamente baixa.

De acordo com os resultados obtidos em DAEE (1982), a capacidade específica varia 0,002 a 7,5 m³/h/m e a transmissividade entre 1 a 40 m²/dia.

Os fluxos da água subterrânea no Aquífero Itararé fluem rumo às principais drenagens da região (Rio Atibaia, Ribeirão Quilombo, Rio Jaguari e Ribeirão da Cachoeira).

Os divisores de água subterrânea são concordantes com os divisores das bacias hidrográficas e constituem áreas de recarga local. Os terrenos de formas colinosas e de baixas declividades condicionam às águas subterrâneas um baixo gradiente hidráulico, com linhas equipotenciais espaçadas e marcadas pelas diversas formas de relevo encontradas, e áreas de recarga (ou divisores) mais amplas e extensas.

Os principais divisores de águas subterrâneas locais encontram-se entre os rios Atibaia e Jaguari, Rio Camanducaia e Ribeirão da Cachoeira, Rio Atibaia e Ribeirão Quilombo.

5.2.2.3- Aquífero Diabásio

O Aquífero Diabásio é representado pelas rochas intrusivas básicas (diabásios) correlacionáveis cronologicamente aos derrames basálticos da Formação Serra Geral. Sua ocorrência é bastante irregular, descontínua e disseminada por toda a área, com corpos de tamanho e forma variados tanto em superfície como em profundidade. Por este motivo este Aquífero não foi tratado como uma zona independente. Contudo, 24 poços espalhados pela área apresentam uma capacidade específica média de 0,28 m³/h/m.

5.5.3- Risco de Contaminação das Águas Subterrâneas - Fundamentos

A caracterização mais aproximada da idéia de risco de poluição das águas subterrâneas consiste na associação e interação da vulnerabilidade natural do aquífero com a carga poluidora aplicada no solo ou em subsuperfície.

A carga poluidora pode ser controlada ou modificada; mas o mesmo não ocorre com a vulnerabilidade natural, que é uma propriedade intrínseca do aquífero.

A vulnerabilidade de um aquífero significa sua maior ou menor suscetibilidade de ser afetado por uma carga poluidora. É um conceito inverso ao de capacidade de assimilação de um corpo de água receptor, com a diferença de o aquífero possuir uma cobertura não-saturada que proporciona uma proteção adicional. A caracterização da vulnerabilidade do aquífero pode ser melhor expressa por meio dos seguintes fatores:

acessibilidade da zona saturada à penetração de poluentes, capacidade de atenuação, resultante de retenção físico-química ou de reação de poluentes.

Estes dois fatores naturais são passíveis de interação com os elementos característicos da carga poluidora, a saber: o modo de disposição no solo ou em subsuperfície, a mobilidade físico-química e a persistência do poluente.

A interação destes fatores permite avaliar o grau de risco de contaminação a que um aquífero está sujeito. Nesta avaliação devem ser ponderadas, ainda, a escala e a magnitude do episódio de poluição, assim como as características do recurso hídrico afetado.

5.5.4- Vulnerabilidade Natural dos Aquíferos à Poluição

A aplicação do método de cartografia da vulnerabilidade natural dos aquíferos permite distinguir áreas com diferentes índices de vulnerabilidade, gradando de Baixo, Médio a Alto. A cartografia da vulnerabilidade dos aquíferos torna-se uma ferramenta auxiliar no planejamento territorial, uma vez que define áreas mais ou menos susceptíveis à poluição.

Para a quantificação dos parâmetros são assumidas algumas simplificações na geologia e hidráulica dos aquíferos.

Inicialmente, na análise da vulnerabilidade, considerou-se apenas os Aquíferos Itararé e Cenozóico, pois não foi possível traçar os níveis da água subterrânea no Sistema Aquífero Cristalino e no Aquífero Diabásio, devida à extrema heterogeneidade e anisotropia destes aquíferos. No entanto, as zonas de fraturas apresentam alta susceptibilidade à poluição, devido às elevadas velocidades de circulação da água subterrânea condicionadas por tais estruturas.

Para a definição dos índices de vulnerabilidade, o Aquífero Itararé foi subdividido em três grandes unidades, baseadas nas litologias aflorantes:

- arenitos médios a grossos;
- arenitos finos/ritmitos e arenitos, e
- lamitos/ritmitos turbidíticos.

Da mesma forma, o Aquífero Cenozóico foi subdividido nas seguintes unidades:

- aluviões/coberturas arenosas;

- lamitos e arenitos pelíticos; e

- siltitos e arenitos muito finos.

Cerca de 65% da porção sedimentar da área de estudo apresenta índice de vulnerabilidade Médio, 25% índice Baixo e 10% Alto.

A unidade aluviões/coberturas arenosas é a única que apresenta índice Alto. Os aluviões possuem na maioria das vezes, espessura limitada e apesar do índice de vulnerabilidade Alto, não apresentam grandes problemas para a circulação regional das águas subterrâneas, uma vez que esta unidade se localiza nas áreas de descarga do aquífero.

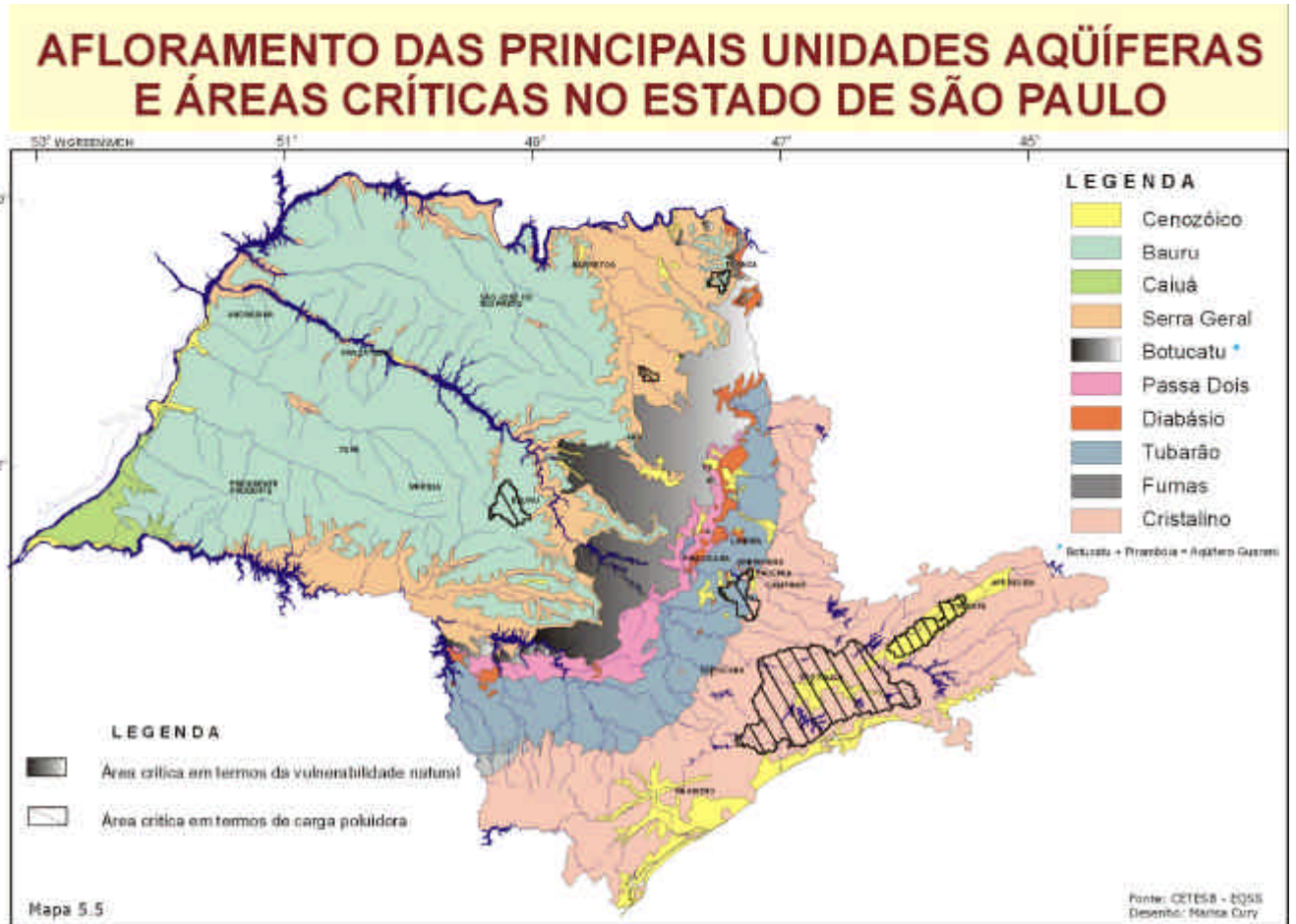
As áreas que apresentam índice de vulnerabilidade Médio estão associadas às unidades:

- Lamitos e arenitos pelíticos, siltitos e arenitos muito finos (em profundidade do nível d'água < 20 m);
- Arenitos médios a grossos, arenitos finos, ritmitos e arenitos (em profundidade < 10 m) e
- Lamitos, ritmitos turbidíticos (em profundidade < 5 m).

As áreas menos vulneráveis, com índice Baixo, associam-se principalmente aos sedimentos das unidades:

- Lamitos, ritmitos turbidíticos (em profundidade > 5 m);
- Arenitos finos, ritmitos e arenitos, arenitos médios a grossos (em profundidade > 10 m), e
- Siltitos e arenitos muito finos e lamitos e arenitos pelíticos (em profundidade > 20 m).

Mapa 5.5- Afloramento das Principais Unidades Aqüíferas e Áreas Críticas no Estado de São Paulo



5.5.5- Tipos de Uso das Águas Subterrâneas

Um cadastro quantitativo de poços tubulares profundos realizados pelo Instituto Geológico mostra que o município de Paulínia possui 81, e estima-se que o número total de poços existentes na cidade seja de 87. Esta estimativa baseia-se numa avaliação do número de poços perfurados por empresas que atuam na área e não foi possível obter acesso aos seus cadastros. Ainda assim, estima-se que foi atingido um índice de 93,1% de poços cadastrados.

5.5.6- Consumo Atual de Água

5.5.6.1- Sistema de Abastecimento Público de Água do Município de Paulínia

A situação atual de abastecimento de água superficial tratada e fornecida pela SABESP pode ser analisada através da (Tabela 5.6). Verifica-se, que são altos os índices de perdas totais de água e de perdas por vazamentos na rede de distribuição do município.

Tabela 5.6- Consumo de Água Superficial Tratada

Instituição Pública	População (1)	População Atendida por Rede de Água (%) (3)	População Atendida por Rede de Esgoto (%)	Manancial	Capacidade de Captação Instalada (m ³ /h)	Volume Total Tratado (m ³ /h)	Volume Total Faturado (m ³ /h)	Perdas Totais (%)	Perdas na rede de Distribuição (%)	Consumo Industrial (m ³ /h) (2)
SABESP	42700	98,0	98,0	Rio Jaguari	864	466	368	21,0	14,0	23

(1) Projeção para 1994 baseada no censo de 1991 (IBGE) – Instituto Geológico 1995

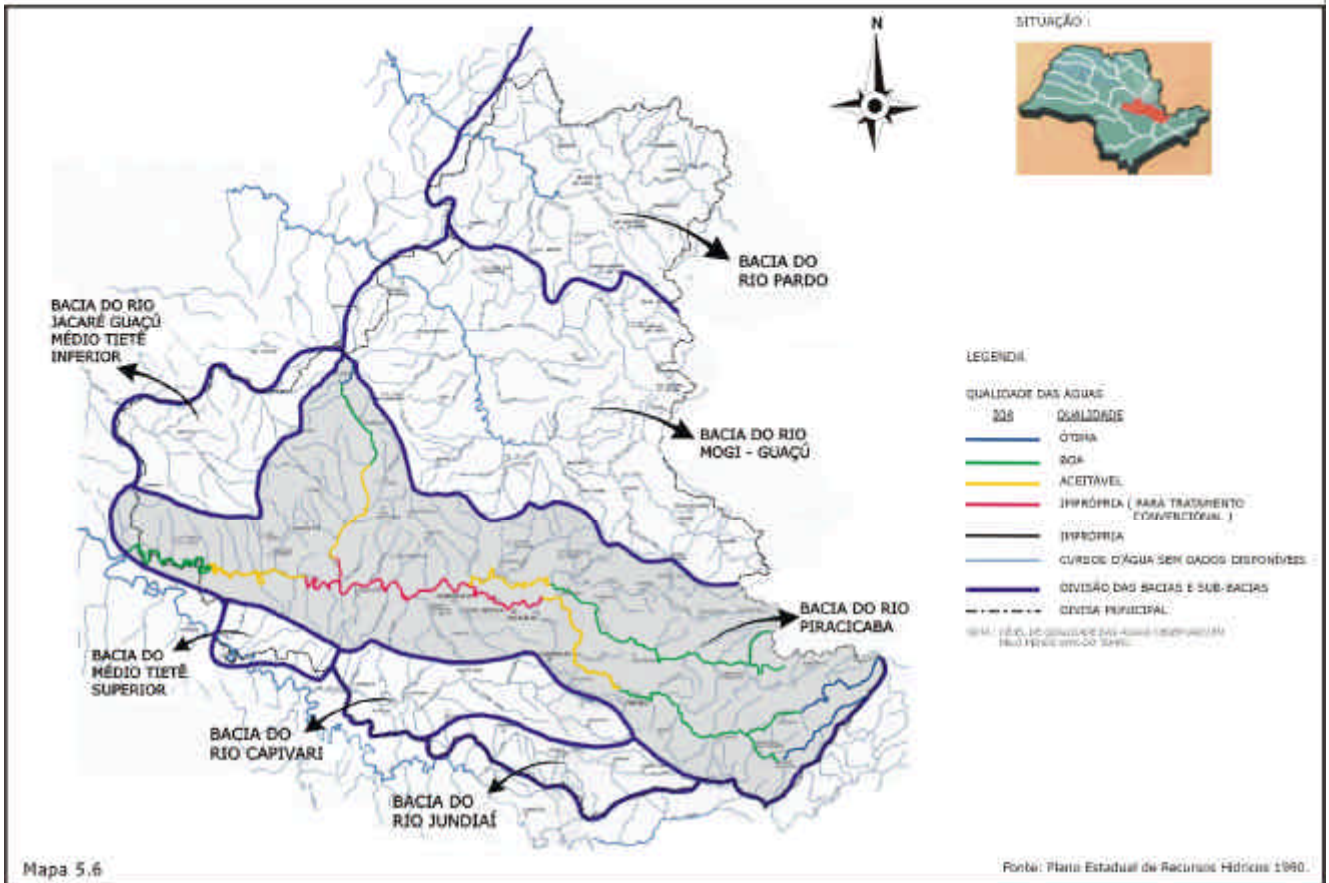
(2) Valor estimado

(3) Inclui abastecimento por poços

O Mapa 5.6 demonstra a qualidade das águas superficiais nos principais rios utilizados para abastecimento público na Bacia do Rio Piracicaba.

Mapa 5.6- Hidrografia e Qualidade das Águas Superficiais

HIDROGRAFIA E QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS



Mapa 5.6

Fonte: Plano Estadual de Recursos Hídricos 1980.

A (Tabela 5.7) apresenta uma comparação entre os consumos de água superficial e de água subterrânea destinados ao abastecimento municipal. A água subterrânea possui um caráter secundário no abastecimento de Paulínia.

Tabela 5.7- Relação entre o Consumo de Água Superficial e Água Subterrânea Destinado ao Abastecimento Municipal

Consumo de Água Superficial (m ³ /h) (1)	Consumo de Água Subterrânea (m ³ /h) (2)	Consumo Total de Água (m ³ /h)	Demanda Per Capita (l/hab/dia) (3)
443	24	467	262,5

(1) Descontado o consumo industrial – Instituto Geológico 1995

(2) Com base nos poços municipais em funcionamento

(3) Relação entre o consumo total e a população no município

5.5.6.2- Consumo Atual de Água Subterrânea

A Tabela 5.8 mostra o consumo total de água subterrânea para o município e para as indústrias. Observa-se que o consumo total de água no município é relativamente baixo, reflexo da baixa produtividade dos aquíferos; verifica-se ainda, que as indústrias de Paulínia consomem aproximadamente 68 % de toda água subterrânea explorada.

Tabela 5.8- Consumo Total de Água Subterrânea

Consumo Total (m ³ /h)	Consumo Industrial (m ³ /h)	Relação entre Consumo Industrial e Consumo Total (%)
122,4	83,1	67,9

Instituto Geológico 1995

5.5.7- Disponibilidade de Água Subterrânea no Município de Paulínia

A água subterrânea é uma componente indissociável do ciclo hidrológico. Assim, sua disponibilidade no aquífero relaciona-se diretamente com o escoamento básico da bacia de drenagem instalada sobre sua área de ocorrência e com a parcela da água de precipitação que se infiltra no solo, que corresponde à recarga transitória do aquífero.

A Tabela 5.9 mostra os valores da disponibilidade natural de água subterrânea explotável. Nota-se, nesta tabela, que os valores de disponibilidade de água são pequenos, reflexos das limitações hidrogeológicas dos aquíferos.

Os valores de disponibilidade de água subterrânea representam, entretanto, a quantidade de água passível de ser explorada a partir da recarga natural. Soma-se a

esta disponibilidade uma parcela da quantidade total de água que é perdida pelas tubulações enterradas da rede de distribuição de água das companhias públicas, e que participa artificialmente da recarga dos aquíferos. Nesta mesma tabela, encontram-se relacionados os volumes perdidos por vazamentos da rede de distribuição e que se encontram disponíveis para exploração. Adotou-se um índice de 25% do volume total de água perdida na rede devido aos fatores técnicos, econômicos e hidrogeológicos limitantes à exploração.

Estas perdas, entretanto, não acontecem distribuídas homoganeamente por toda a área do município, mas sim concentradas nas áreas urbanas. Mesmo assim espera-se que haja um maior volume de perdas de água em áreas onde a rede de distribuição seja mais antiga que as áreas em que a sua implantação seja mais recente, fazendo com que esta recarga também ocorra de forma heterogênea na própria área urbana.

Ainda na Tabela 5.9 encontram-se os valores de disponibilidade total de água subterrânea passível de ser explorada e que corresponde à soma da disponibilidade natural mais as perdas por vazamentos dos sistemas de adução. Apesar de as perdas por vazamentos ocorrerem de forma concentrada nas zonas urbanas, pode-se somar os dois valores, pois as maiores concentrações de poços encontram-se em geral, principalmente nestas zonas.

Tabela 5.9- Disponibilidade de Água Subterrânea

Disponibilidade Natural Explotável (m³/h)	Disponibilidade a Partir das Perdas da Rede de Distribuição (m³/h)	Disponibilidade e Total Explotável (m³/h)
275,3	16,3	291,6

Instituto Geológico 1995

Através da análise da Tabela 5.10, obtém-se o diagnóstico da situação entre disponibilidade e consumo de água subterrânea no município, sendo positivo, o saldo entre disponibilidade total e consumo.

Tabela 5.10- Diagnóstico da Situação entre Disponibilidade e Consumo de Água Subterrânea

Disponibilidade Total Explotável (m³/h)	Consumo Total (m³/h)	Saldo (m³/h)
291,6	122,4	+ 169,2

Instituto Geológico 1995

A Figura 5.9 e o Mapa 5.7 demonstram a porcentagem de uso das águas subterrâneas no Estado de São Paulo, onde notamos que a maior parte das cidades se utiliza, total ou parcialmente, das águas subterrâneas para abastecimento público.

Figura 5.9- Demanda de Águas Subterrâneas para Abastecimento Público no Estado de São Paulo - 1997

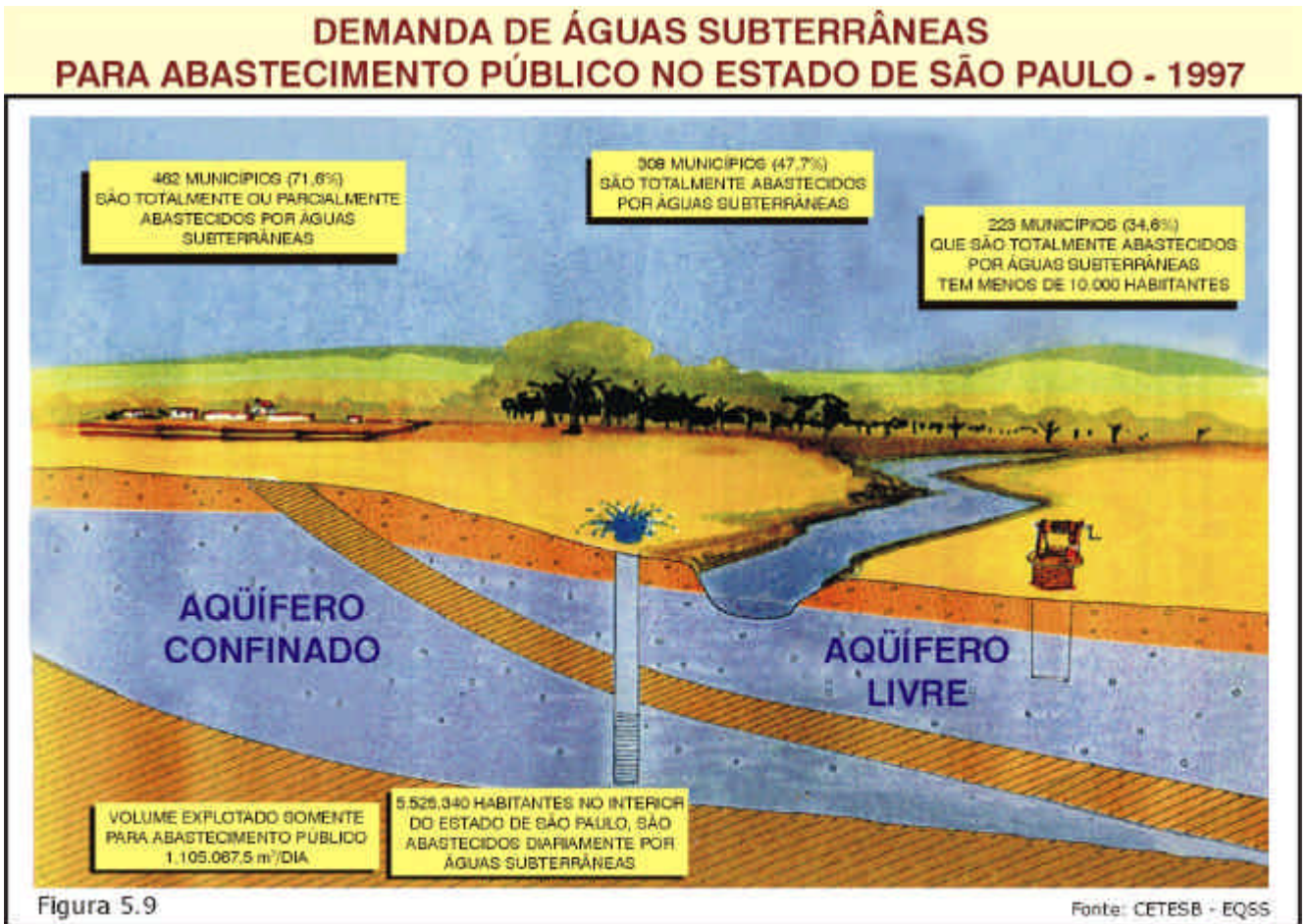
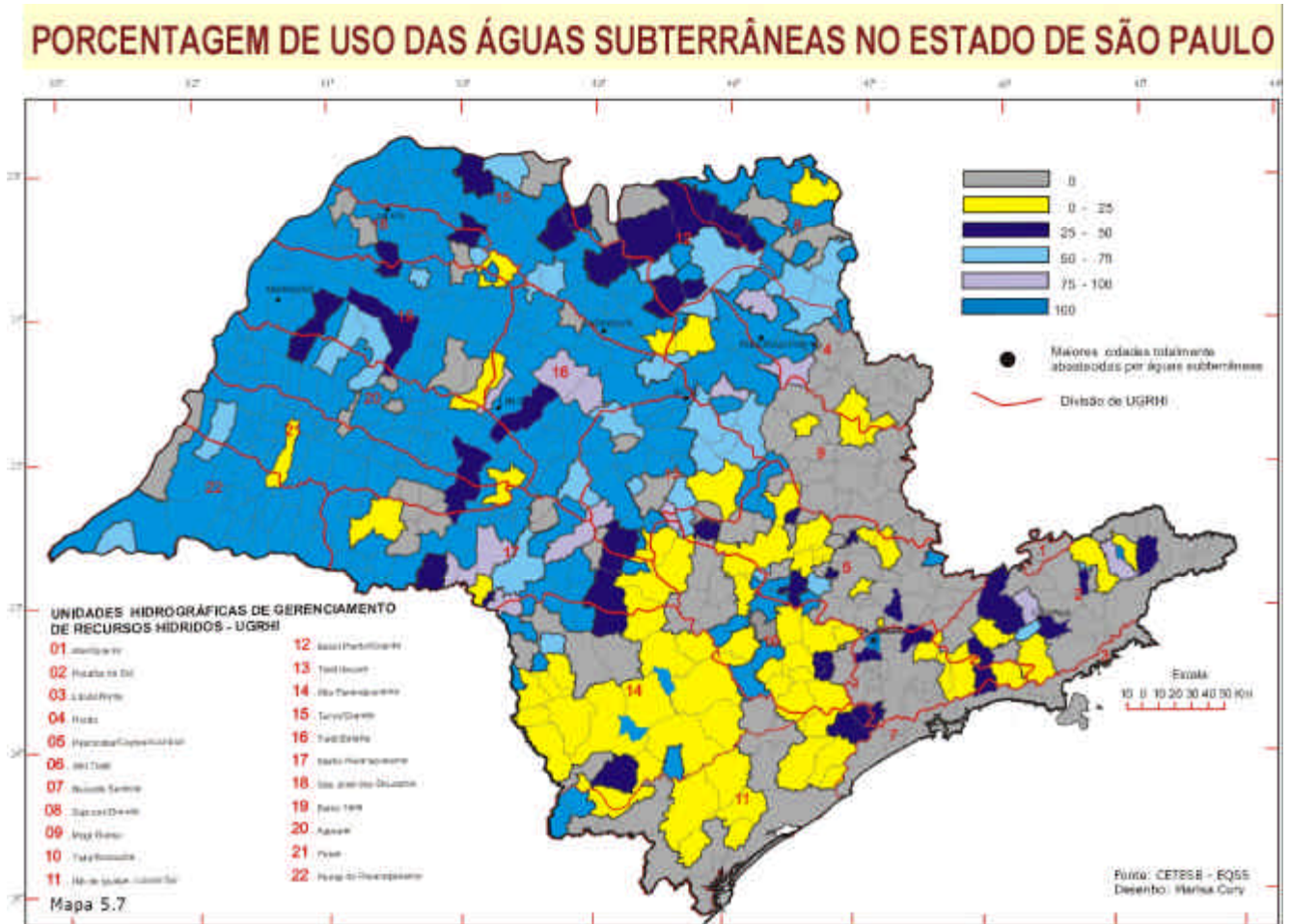


Figura 5.9

Mapa 5.7- Porcentagem de Uso das Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo



5.5.8- Caracterização da Carga Poluidora no Subsolo

Numa avaliação de risco, a carga poluidora é, seguramente, a que apresenta maior dificuldade em ser estimada. Apesar da existência de uma ampla gama de atividades humanas, que geram certa carga poluidora, são poucas as responsáveis pelos maiores riscos de contaminação das águas subterrâneas em uma área.

A caracterização inadequada da carga poluidora dificulta a identificação de áreas que deverão requerer uma investigação detalhada ou uma predição da evolução da qualidade das águas subterrâneas contaminadas.

Uma lista de atividades potencialmente geradoras de carga poluidora ao subsolo é apresentada na Tabela 5.11.

Tabela 5.11- Sumário das Principais Atividades Potencialmente Geradoras de Carga Poluidora em Subsuperfície

Atividade	Característica da Área Poluidora			
	Distribuição	Distribuição Poluente	Principal Sobrecarga Hidráulica	Ausência de Camada de solo
Urbana				
Saneamento <i>in situ</i>	u/r P - D	n f o	+	*
Vazamento de esgotos(a)	u P - L	o f n	+	*
Lagoas de oxidação(a)	u/r P	o f n	++	*
Aplicação de águas residuais em superfície(a)	u/r P - D	n s o f	+	-
Rios e canais de recreação (a)	u/r P - L	n o f	++	*
Lixiviado de lixões/aterros sanitários	u/r P	o s m	-	*
Tanques de combustível	u/r P - D	o	-	*
Drenos de rodovias	u/r P - D	s o	+	*
Industrial				
Vazamento de tanques/tubos (b)	u P - D	o m	-	*
Derramamento acidental	u P - D	o m	+	-
Lagoas	u P	o m s	++	*
Lançamento de efluentes em superfície	u P - D	o m s	+	-
Canais e rio receptores	u P - L	o m s	++	*
Lixiviado de resíduos sólidos	u/r P	o m s	-	*
Drenos de pátios	u/r P	o m s	++	*
Material em suspensão de gases	u/r D	s o	-	-
Agrícola				
a) Área de cultivo				
- com agroquímicos	r D	n o	-	-
- com irrigação	r D	n o s	+	-
- com lodos/resíduos	r D	n o s	-	-
- com irrigação de águas residuais	r D	n o s f	+	-
b) Beneficiamento/criação de gado e animais				
- lagoas de efluentes de gado e animais	r P	f o n	++	-
- lançamento em superfície	r P	n s o f	-	-
- canais e rio receptores de efluentes	r P - L	o n f	++	*
Extração Mineral				
Desmonte hidráulico	r/u P - D	s m	-	*
Descarga de água de drenagem	r/u P - D	m s	++	*
Lagoa de decantação	r/u P	m s	+	*
Lixiviado de resíduos sólidos	r/u P	m s	-	*

FOSTER & HIRATA, 1988)

(a) pode incluir componentes industriais

(b) pode também ocorrer em áreas não industriais

(c) intensificação apresenta aumento no risco de contaminação

u/r Urbano/Rural

P/L/D Pontual/Linear/Difuso

n Nutrientes

f Patógenos fecais

o Compostos orgânicos sintéticos e/ou carga orgânica

s Salinidade

m Metais pesados

* ausente

+ reduzida

++ elevada

É fundamental a divisão entre poluição por fontes pontuais (que são mais fáceis de se identificar) e por fontes difusas. Da mesma forma, é importante uma divisão entre as atividades em que a geração de carga poluidora é intrínseca ao processo e, daquelas em que o componente é incidental ou acidental, especialmente considerando sua implicação para prevenir e controlar a poluição.

Do ponto de vista teórico, quatro características semi-independentes da carga poluidora precisam ser estabelecidas para cada atividade:

- a classe de poluentes envolvida, definida quanto à sua tendência à degradação (como resultado de atividade bacteriológica ou reação química) à tendência ao retardamento devido a processos de troca de cátions, sorção e outros;
- a intensidade do evento de poluição, em termos da concentração relativa de cada poluente em relação aos valores recomendados pela OMS para a potabilidade da água e da extensão da área afetada;
- o modo de disposição no solo ou subsolo, analisado quanto à carga hidráulica associada e à profundidade de descarga do efluente, de lixiviação de resíduos sólidos ou produtos aplicados no solo, e
- a duração de aplicação da carga poluidora, incluindo o período em que a carga é aplicada e a probabilidade de que ela atinja o subsolo.

Cada uma destas características atua com os diferentes componentes da vulnerabilidade natural do aquífero, resultando no maior ou menor risco de poluição. Dessa maneira, não é apropriado combinar estes componentes da carga num só índice, à semelhança da vulnerabilidade.

Na prática, dado o estágio atual de conhecimento técnico, é difícil encontrar todos os dados requeridos para a caracterização da carga poluidora numa determinada área (Tabela 5.11). Face a este problema, uma alternativa viável é focar a questão por grupos de atividades geradoras de poluição e, a partir daí, listar as atividades predominantes na área (Tabela 5.5).

Em áreas urbanas, a principal preocupação é a carga poluidora em zonas residenciais sem esgotamento sanitário, com tanques sépticos e fossas negras; tal carga inclui nutrientes (nitrogênio e enxofre) e sais (cloreto), bactérias, vírus e compostos orgânicos sintéticos.

Nas áreas de concentração industrial, devido à extrema diversidade de atividades, de processos de fabricação e práticas de disposição de efluentes, há maior dificuldade em estimar a carga poluidora. Geralmente é possível estimar o volume efluente a partir da quantidade de água utilizada, mas é difícil estabelecer a fração infiltrada no subsolo.

Resíduos sólidos, depositados em lixões ou dispostos em aterros sanitários,

podem ter seus volumes de lixiviados estimados com certa segurança; em muitos casos, porém não há informação confiável sobre a sua composição. Em todos eles, torna-se necessário identificar cada fonte e analisa-las individualmente.

Em áreas agrícolas, algumas práticas de manejo da terra podem causar uma séria poluição difusa das águas subterrâneas, com altas taxas de lixiviação de nitratos e de outros íons móveis e persistentes. A taxa de lixiviação é normalmente estimada em termos de proporção de perda do peso aplicado.

De um modo geral, importa, sobretudo identificar os constituintes que apresentam maior ameaça à saúde pública e prestar especial atenção a estes. Dentre os constituintes inorgânicos, os nitratos são os de ocorrência mais generalizada e problemática, devido a sua alta mobilidade e estabilidade em sistemas aeróbios. Os metais pesados perigosos (cádmio, cromo, chumbo, mercúrio) tendem a ser imobilizados por precipitação e só migram em condições de pH e Eh extremos. Quanto aos constituintes orgânicos, alguns dos alcanos e alquenos clorados, relativamente solúveis na água, parecem apresentar maior ameaça.

Considera-se que, mesmo com as dificuldades de se caracterizar a carga poluidora em relação às águas subterrâneas, é possível estabelecer uma gradação em termos de sua periculosidade (MAZUREK, 1979). A partir das informações sobre os poluentes envolvidos e suas concentrações, associadas à carga hidráulica, pode-se estabelecer três níveis de risco (reduzido, moderado e elevado) distinguindo fontes potencialmente perigosas de outras que não oferecem grandes riscos.

A Tabela 5.12 apresenta os critérios de cargas dispersas de origem doméstica (HIRATA et al., 1991).

Tabela 5.12– Critérios para a Classificação das Cargas Potencialmente Poluidoras de Fontes Dispersas – Esgoto *In Natura*

Quantidade de Nitrato Gerado pela População por Ano (Kg de N-NO ₃ ⁻ /ano)			
	Elevada	Moderada	Reduzida
	Kg de N-NO ₃ ⁻ /ano		
Áreas Urbanas sem Rede de Coleta de Esgoto	> 50.000	< 50.000 e > 20.000	< 20.000

Modificado de HIRATA Et Al., 1991

5.5.9- CARGA POTENCIAL POLUIDORA

O conceito de carga potencial poluidora refere-se à atividade humana que poderá vir a gerar uma poluição a alterar a qualidade das águas subterrâneas acima dos padrões de potabilidade definidos em lei (Portaria 36 – Ministério da Saúde, 1990). É, portanto, um conceito associado a risco e não indica que a atividade, no momento em que se realiza, esteja causando dano a um aquífero específico. Uma atividade classificada como de elevado perigo não significa necessariamente que seja agressiva ao meio ambiente, ou que não utilize modernas técnicas de tratamento de efluente; pois na verdade, em muitos casos, o risco de geração de poluição está associado ao próprio manuseio de produtos perigosos, aos acidentes, aos vazamentos, etc.

5.5.9.1- Fontes Pontuais

5.5.9.1.1- Atividade Industrial

As atividades industriais, dadas às altas concentrações de produtos químicos que manuseiam e algumas práticas de disposição de efluentes e produtos que empregam, são, seguramente, as que apresentam maiores riscos ambientais para as águas subterrâneas. Da mesma forma, devido à extrema diversidade de atividades e processos de manufatura, há maior dificuldade em se estimar a carga poluidora de forma simples e confiável.

Agrega-se a esses problemas o fato dos órgãos de controle ambiental estarem muito mais preparados para analisar poluição de água superficial do que de água subterrânea. A poluição de aquíferos é assunto relativamente novo e pouco conhecido. Por essa razão, esquemas de vigilância ambiental, controle e diagnósticos são, muitas vezes, executados tecnicamente de forma incompleta.

Deve ser enfatizado que não são necessariamente as indústrias maiores e mais sofisticadas que apresentam os mais altos riscos de contaminação das águas subterrâneas. Isso porque, com frequência, as suas atividades utilizam-se de processos eficientes e com melhores controles na disposição e manipulação de produtos e resíduos perigosos. Entretanto, as indústrias menores possuem uma maior distribuição geográfica e são mais numerosas. Normalmente manejam consideráveis quantidades de produtos tóxicos e adotam práticas não muito recomendadas de disposição de resíduos e efluentes e de tratamento e depósito de matérias-primas.

Indústrias com sistemas de tratamento de efluentes e de resíduos sólidos não estão isentas de problemas de poluição das águas subterrâneas, já que o armazenamento ou o transporte de substâncias perigosas, em casos de acidentes, pode

gerar cargas poluidoras importantes. Por isso, deve ser introduzido o conceito de atividade potencialmente poluidora (Figura 5.10), termo genérico que inclui não somente as “indústrias sujas” como também aquelas que, apesar de disporem de bons sistemas de tratamento, também manuseiam substâncias perigosas.

Figura 5.10- Diagrama de Decisão para Classificação da Carga Poluidora Industrial (baseado em HIRATA & BASTOS, 1990; BASTOS et al., 1991; HIRATA & FERREIRA, 1992)

DIAGRAMA DE DECISÃO PARA CLASSIFICAÇÃO DA CARGA POLUIDORA INDUSTRIAL

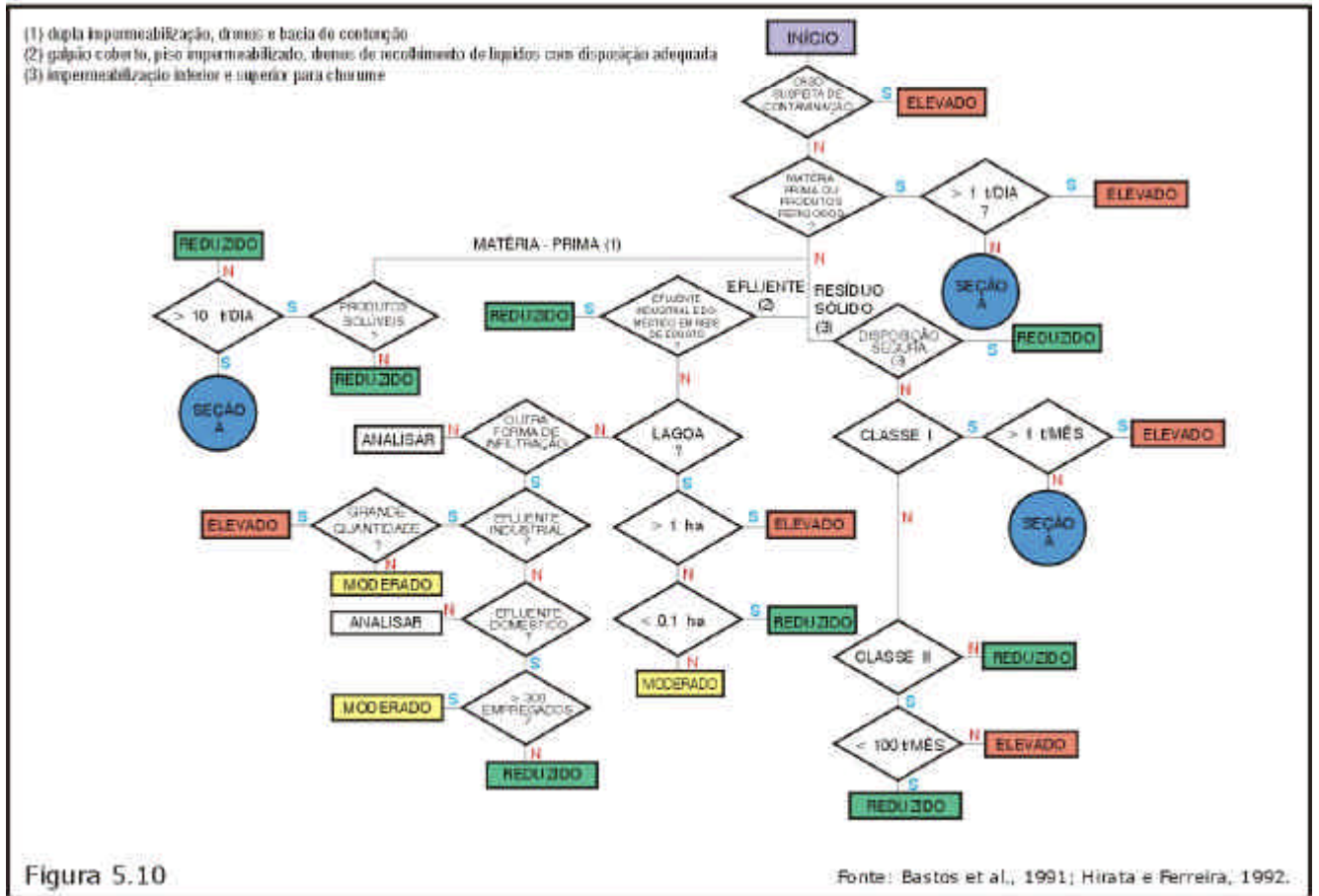
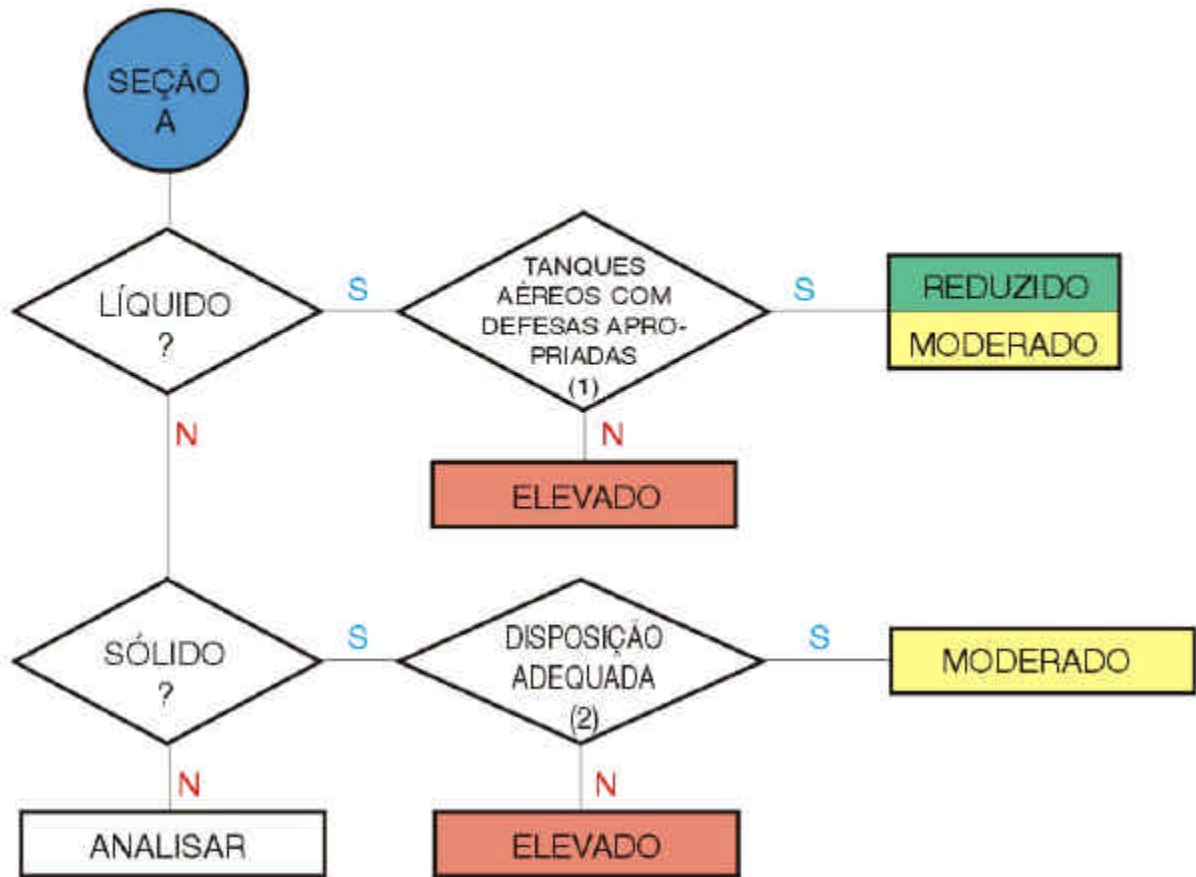


DIAGRAMA DE DECISÃO PARA CLASSIFICAÇÃO DA CARGA POLUIDORA INDUSTRIAL (CONTINUAÇÃO)



(1) dupla impermeabilização, drenos e bacia de contenção
 (2) galpão coberto, piso impermeabilizado, drenos de recolhimento de líquidos com disposição adequada
 (3) impermeabilização inferior e superior para chorume

Figura 5.10 (continuação)

Fonte: Bastos et al., 1991; Hirata e Ferreira, 1992.

Problemas ambientais envolvendo os recursos hídricos subterrâneos estão muito mais associados às emissões e/ou manuseio de substâncias como hidrocarbonetos, solventes orgânicos - sintéticos (principalmente clorados) e metais pesados, do que propriamente às excessivas cargas orgânicas degradáveis (elevada demanda química de oxigênio), responsáveis, em geral, por maiores riscos aos recursos hídricos superficiais.

As maiores concentrações industriais no Estado (exceto na RMSP), com elevados índices de risco de geração de carga poluidora às águas subterrâneas, estão localizadas nas regiões entre Sumaré e Paulínia, Ribeirão Preto e Franca e São José dos Campos e Taubaté. As atividades de índices elevados na região de Sumaré - Paulínia estão associadas às indústrias químicas e metalo - mecânica.

Os resíduos sólidos industriais foram analisados dentro de cada atividade, sobretudo porque muitas vezes o destino provisório é o pátio da planta fabril. Aterros controlados ou especiais para resíduos perigosos são ainda bastante restritos, bem como são escassos os incineradores, que recebem materiais de terceiros.

5.5.9.1.2- Resíduos Sólidos Domiciliares

A deposição incorreta ou o manuseio indevido de resíduos sólidos estão gerando ou podem gerar sérios problemas para o ambiente, inclusive provocando grande impacto nas águas subterrâneas. Aterros sanitários bem construídos (impermeabilizados e com drenos de coleta de lixiviados), operados com eficiência (com cobertura de solo ao final de cada período de serviço) e em localização correta (onde a vulnerabilidade do aquífero subjacente não tenha índices altos) são alternativas seguras para muitos resíduos, mas não para todos.

5.5.9.1.3- Atividade de Mineração

O Estado de São Paulo caracteriza-se por possuir um perfil de produção mineral que se sustenta basicamente por minérios não-metálicos de emprego imediato na construção civil (areia, argila e pedra de talhe e cantaria). Em geral essas atividades apresentam baixo potencial gerador de carga poluidora, uma vez que envolve substâncias não-perigosas e muitas vezes inertes.

O risco maior para as águas subterrâneas, decorrente dessas atividades, está na remoção do solo e da camada não-saturada, expondo muitas vezes o nível freático, reduzindo as capacidades de degradação de poluentes no perfil geológico a aumentando a vulnerabilidade natural do aquífero

A geração de cargas poluidoras no subsolo que se relacionam com a atividade mineradora destas classes pode estar associada ao sistema de saneamento no local de trabalho e que serve aos funcionários, geralmente fossas sépticas e negras, e também associada aos pátios das oficinas mecânicas e armazenamento de combustíveis e óleos, que são consideradas substâncias perigosas.

5.5.9.2- Fontes Dispersas

5.5.9.2.1- Saneamento *in situ*

As zonas urbanas residenciais apresentam, em grande número de casos, um panorama complexo de atividades humanas potencialmente poluidoras das águas subterrâneas. A principal preocupação é a carga vinculada à forma de saneamento sem rede de esgoto, como as fossas negras e sépticas. Nessas áreas, considera-se a existência de pequenas indústrias ou postos de serviços (oficinas mecânicas, postos de gasolina, etc) que potencialmente podem gerar cargas poluentes consideráveis.

Nessa situação, destacam-se os seguintes problemas: a proximidade entre a fossa e o poço de captação de água potável, a profundidade inadequada da fossa, perto do nível da água subterrânea (freático) e o subdimensionamento da capacidade hidráulica da obra quanto ao volume estimado no projeto inicial (Ferreira & Hirata, 1993).

As principais enfermidades relacionadas à contaminação das águas subterrâneas por sistema de fossas sanitárias são causadas por agentes biológicos (organismos patogênicos) e por produtos químicos.

As bactérias e os vírus, causadores por exemplo, da Cólera, Febre Tifóide, Diarréia, hepatite Infecciosa e poliomielite, podem ser transportados através da percolação dos efluentes e atingir fontes de captação de água. O íon nitrato, indicador de poluição das águas por esgotos, produz enfermidades como a metahemoglobinemia (cianose infantil) e doenças carcinogênicas.

Os produtos químicos sintéticos, utilizados como material de limpeza doméstica, pode conter solventes organo-halogenados de alto risco e alta persistência nas águas subterrâneas. Entre estes produtos estão, os desengraxantes, os removedores e detergentes, que podem causar câncer, mesmo diluídos na água em baixíssimas concentrações (ug/l).

Em áreas urbanizadas sem redes de água e esgoto, a utilização de saneamento *in situ* deve ser incentivada, sobretudo em países de Terceiro Mundo, devido aos baixos custos. As obras, como o poço raso e a fossa, são idéias para assentamentos urbanos

sem saneamento básico, desde que sua localização e instalação sigam procedimentos técnicos que evitem a poluição do aquífero.

Com base no número total da população do município e na porcentagem da população com saneamento básico, diferenciou-se a população não assistida por água e esgoto. Desses valores, calculou-se a geração anual de carga de $N-NO_3^-$ por tal população, considerando-se que cada habitante seja responsável pela geração de 4 Kg $N-NO_3^-$ /ano (FOSTER & HIRATA, 1988).

Essa carga de $N-NO_3^-$ foi utilizada para a classificação dos índices de cargas potenciais poluidoras em três níveis (reduzido, moderado e elevado) associados aos valores de < 20.000 Kg $N-NO_3^-$ /ano, 20.000 a 50.000Kg $N-NO_3^-$ /ano, respectivamente.

5.5.9.2.2- Atividade Agropecuária

O Estado de São Paulo caracteriza-se também por possuir a mais diversificada e intensa ocupação agrícola do país, esse fato significa o uso de grande quantidade de pesticidas, fertilizantes e alta tecnologia da atividade, atingindo elevados índices de produtividade. Estima-se que 43,5% da demanda de água do Estado é usada para atender à agricultura, contra 31,8% para a indústria e 24,7% para o abastecimento público (SÃO PAULO, 1990). Cerca de 85,2% da área do Estado, ou seja, 20.595.700 há, está associada ao uso agrícola do solo.

Vários casos de poluição de aquíferos no Estado por fontes pontuais gerados pelas atividades industriais, pela disposição de resíduos e pelo vazamento de tanques de combustíveis são conhecidos; em contrapartida, o impacto causado pela atividade agrícola tem hoje poucos estudos.

Fontes dispersas de poluição de aquíferos apresentam dificuldades para caracterização, pois associam grandes áreas, exigindo numerosos pontos de monitoramento e poluentes com baixas concentrações, que necessitam muitas vezes de cuidadosos métodos de amostragem e sofisticadas e caras técnicas analíticas.

5.5.9.2.2.1- Fertilizantes e Pesticidas

São Paulo é o estado com maior consumo de fertilizantes, participando com 30,5% do mercado nacional com montantes superiores a 2.590.000 t. A evolução da produção nacional de fertilizantes, apresentou quedas sucessivas de 1987 a 1990, com redução de 14%, como reflexo das políticas econômicas.

A relação de consumo entre os nutrientes básicos (N-P-K) observada em 1984 foi de 1,0: 1,9: 1,3, verificando-se, portanto, o predomínio dos fosfatados, ao contrário do

mercado mundial, onde ocorreu o consumo dos nitrogenados. Tal fato é devido à deficiência de fósforo nos solos brasileiros e às culturas aqui implementadas.

Na verdade, os solos paulistas apresentam acidez elevada, tornando-se necessário a utilização de calcário como corretivo. A aplicação desta rocha fornece ao solo, além do carbonato de cálcio, o magnésio, ambos essenciais às plantas e que diminuem as perdas de fertilizantes. O volume de calcário usado anualmente é superior a 1.100.000 t.

Embora a atividade agrícola seja de grande diversidade, apenas quatro principais culturas, - cana -de- açúcar (35%), café (18%), laranja (13%) e milho (8%), - entre as 20 maiores, consomem 74% do volume de fertilizantes representando 84% das terras adubadas no Estado.

5.5.9.2.2.2- Aplicação da Vinhaça no Solo e os Impactos nas Águas Subterrâneas

A agroindústria paulista, a partir de 1.986, tem sido responsável pela produção de 60% do álcool, nacional, gerando, como consequência, 11 milhões de metros cúbicos de efluentes por ano. Cada litro de álcool gera 12 litros de vinhaça como subproduto (HASSUDA, 1.989) que, segundo a legislação, não pode ser lançada em cursos de água superficial. A prática atual tem sido a sua aplicação em locais restritos, conhecidos como áreas de sacrifício, ou diretamente na cultura canavieira, em menores taxas, para o restabelecimento de alguns nutrientes do solo, sobretudo o potássio. Esta segunda prática é conhecida como fertirrigação.

É preciso salientar, contudo, que a falta de acompanhamento de longo prazo não permite ainda garantir que não haja risco para as águas subterrâneas quando é adotada a prática da fertirrigação.

5.5.10- Áreas Críticas

5.5.10.1- Fontes Pontuais

5.5.10.1.1- Atividade Industrial

A preocupação com as indústrias classificadas como de elevado potencial de carga, mesmo quando localizadas em áreas de baixa vulnerabilidade, advém do fato de que "todo aquífero é vulnerável a contaminantes persistentes e móveis". O mapa de vulnerabilidade que parte da interação da distância superfície-aquífero e litologia da zona não-saturada, principalmente associada à característica hidráulica do meio, é mais adequado quando envolve contaminantes degradáveis. É certo que o maior

distanciamento permitirá tempos de trânsito maiores e conseqüente degradação; entretanto, o retardo e dispersão hidrodinâmica poderão não ser suficientes no caso de contaminantes persistentes e móveis.

Dessa forma, indústrias que operam substâncias de maior risco às águas subterrâneas, ganham maior atenção do que a vulnerabilidade da área onde está (ou estará) localizado o empreendimento.

As indústrias químicas, petroquímicas, mecânicas, metalúrgicas e de curtume são consideradas como de alto potencial de carga poluidora. As indústrias alimentícias geralmente se classificam como de reduzido potencial de carga.

5.5.10.1.2- Resíduos Sólidos Domiciliares

A distinção entre lixões e aterros sanitários prevê que um cuidado maior é dado aos aterros, mas não permite assegurar que todos tenham sido construídos de forma a não comprometer os aquíferos subjacentes, nem tampouco que os aterros recebam apenas produtos classificados como de classe 2 (não inertes, mas não perigosos) e classe 3 (inertes). A clandestinidade e a inadequada disposição de resíduos de classe 1 (perigosos) é uma prática usual e uma das maiores preocupações ambientais envolvendo as águas subterrâneas.

5.5.10.1.3- Atividade de Mineração

Entre um total de 30 diferentes bens minerais mais importantes, apenas dez podem oferecer riscos de geração de carga poluidora dos aquíferos, destacando-se: ouro, minério de níquel, minério de chumbo, bauxita, fosfato, gemas (quando diretamente associadas ao ouro), magnetita e turfa.

A situação mineraria e os riscos de contaminação, quando não associados a um uso posterior, potencialmente poluidor, das áreas mineradas, não são preocupantes, se comparados às outras atividades antrópicas.

5.5.10.2- Fontes Dispersas

5.5.10.2.1- Saneamento *in Situ*

Os índices de risco associados aos empreendimentos de saneamento *in situ*, ou seja, com uso de sistemas locais de fossas sépticas e negras, dependem da densidade populacional não atendida pela rede de esgotos, em cada município, bem como da abrangência da rede de esgoto e urbanização.

5.5.11- Ocupação Territorial e o Risco de Poluição das Águas Subterrâneas

As atividades humanas, que podem gerar cargas potencialmente poluidoras importantes no subsolo, são classificadas em quatro tipos (FOSTER et.al, 1991 – Tabela 5.13).

Tabela 5.13- Classificação das Fontes Potenciais de Poluição das Águas Subterrâneas, Segundo uma Visão Jurídica

CATEGORIA I (intencional)	CATEGORIA II (incidental)	CATEGORIA III (acidental)	CATEGORIA IV (clandestina)
Sistemas desenhados para Disposição e/ou tratamento com descarga ao subsolo	descarga ao subsolo não controlada por atividades planejadas	sistemas de armazenamento ou transportes desenhados para não descarregar ao subsolo, exceto em casos de vazamentos	contaminação por práticas não autorizadas
(a) tanques sépticos* fossas sépticas latrinas (b) aplicações de efluentes e resíduos ao solo (c) poços de injeção	(a) aterros sanitários*** (b) lagoas de efluentes*** (c) águas pluviais urbanas industriais*** (d) cultivo agrícola sem irrigação com irrigação irrigação com águas residuais (e) água do processo mineiro drenagem de minas, pedreiras (f) cemitérios*** (g) águas superficiais contaminadas** (h) disposição de poluentes atmosféricos**	(a) tanques/tubos armazenamento sobre terra (b) tanques de armazenamento (c) transporte terrestre	(a) infiltração (b) lixões (c) injeção em poços abandonados (d) águas superficiais contaminadas (e) disposição de poluentes atmosféricos**

(adaptado de FOSTER et al., 1991).

* Nem sempre desenhados para infiltrar no subsolo;

** Podem resultar indiretamente em contaminação das águas subterrâneas;

*** Podem ser desenhados para não infiltrar no subsolo, exceto em casos de fugas.

Intencional – as atividades são autorizadas e os sistemas desenhados para usar o subsolo para tratamento e/ou disposição de resíduos; exemplo: latrinas, tanques sépticos, sumidouros, etc.;

Incidental - as atividades são planejadas mas ocasionam descargas descontroladas de contaminantes; exemplos: aterros sanitários, muitas lagoas de efluentes e qualquer cultivo agrícola;

Acidental – atividades desenhadas para evitar descargas ao subsolo; exemplo: tanques subterrâneos de armazenamento que possuem riscos de vazamentos e derrames; e

Clandestino – toda atividade ilegal, não autorizada, que pode causar a geração de carga poluidora.

Na gerência de qualidade do recurso hídrico subterrâneo é importante distinguir também as atividades potencialmente contaminantes e sua relação temporal com as legislações existentes (ou que serão criadas). Dessa forma, três situações poderão ser configuradas:

- Risco de contaminação que surge como resultado de uma nova atividade;
- Contaminação que resulta de atividades iniciadas após a introdução de uma legislação de proteção específica, e
- Contaminação por atividades que surgiram antes da existência de legislações de proteção específica.

As legislações ambientais podem ser retrospectivas ou retroativas em algum grau, mas não podem ordenar sua total aplicação a atividades instaladas antes desses dispositivos jurídicos (FOSTER et al., 1991).

5.5.11.1- Estratégias para Novas Fontes Potenciais de Poluição

O mapeamento de vulnerabilidade definiu áreas mais e menos suscetíveis de se degradarem por uma atividade antrópica. A cartografia permite mostrar regiões onde a ocupação deverá ser precedida de estudos mais detalhados ou mesmo quando seja proibida a instalação de empreendimentos altamente contaminantes.

No Estado de São Paulo, a partir da legislação ambiental existente e da estrutura de controle baseada na Secretaria do Meio Ambiente e na Cetesb, é possível exigir estudos que contemplem as águas subterrâneas em fases anteriores à instalação de empreendimento. Nas áreas de alta vulnerabilidade, tal condição é uma exigência; em áreas de vulnerabilidade baixa, dependerão do tipo de instalação e do uso local do recurso hídrico subterrâneo. Os instrumentos Estudo de Impacto Ambiental/Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) são adequados para contemplar uma avaliação de impacto nas águas subterrâneas.

Muitas atividades, que tradicionalmente poderiam apresentar riscos aos aquíferos, poderão ser instaladas se forem empregadas melhores tecnologias. A Tabela 5.14 mostra um elenco de alternativas que poderão ser suficientes em áreas não muito vulneráveis, ou mesmo onde o recurso não tenha uso capital ou estratégico.

Quando da permissão da instalação de atividades em áreas mais frágeis, será necessário estipular um programa de monitoramento “ostensivo”, ou seja, que permita detectar com antecipação qualquer impacto significativo na qualidade as águas subterrâneas. Tal programa deverá incluir um estudo hidrogeológico, que permita definir a direção do fluxo com segurança, além de parâmetros hidráulicos mínimos, locação e perfuração de poços de monitoramento (simples, multiníveis, etc.), parâmetros e frequência de amostragem e uso de laboratórios confiáveis.

Tabela 5.14- Fontes de Poluição das Águas Subterrâneas, Restrições e Instalações Alternativas

Fontes de Poluição	Critérios de Restrição	Possíveis Restrições	Instalações Alternativas
- saneamento <i>in situ</i> (latrinas, fossas/tanques sépticos)	- vulnerabilidade/uso aquífero - densidade de instalações - ausência de efluentes industriais	- tanques sépticos em locais com pouca utilização de águas subterrâneas - normas e desenhos de tanques sépticos	- rede de esgoto ou tanques sépticos sem descarga no subsolo
- tanques e tubos . subterrâneos - sobre a superfície	- vulnerabilidade/uso aquífero - tipo de substâncias manejadas - vulnerabilidade/uso aquífero	- duplo revestimento - detecção de fugas - retenção de fugas	- instalação sobre superfície - nenhuma
- disposição de .resíduos .domiciliares domiciliares/industrial	- vulnerabilidade/uso aquífero - tipo de substância enterrada	- impermeabilização base e superfície - coleta e reciclagem ou tratamento do lixiviado - monitoramento	- incineração - disposição remota

- lagoas de efluentes .agrícola .municipal .industrial	- vulnerabilidade/uso aquífero - vulnerabilidade/uso aquífero - vulnerabilidade/uso aquífero - tipo de substância manejada	- impermeabilização base - impermeabilização base - monitoramento - impermeabilização base - monitoramento	- nenhuma - planta de tratamento - disposição remota
- cemitérios	- vulnerabilidade/uso aquífero	- impermeabilização base - drenagem superficial	- crematórios
- poços de injeção	- condições hidrogeológicas - tipo de substância manejada	- investigação e monitoramento - normas restritas e desenho	- tratamento - disposição remota
- mineração	- condições hidrogeológicas	- controle operacional - monitoramento do impacto	- tratamento (controle do pH)

Adaptado de FOSTER et al, 1991

Algumas atividades humanas deverão ser proibidas de se instalar em locais de alta vulnerabilidade, tais como a disposição de resíduos perigosos ou a construção de pólos cloroquímicos. Nesse aspecto, o Decreto n.º 32.955/91 é claro em seus artigos 20, 21 e 22, no sentido de proibir as atividades de alto impacto em zonas de alta vulnerabilidade.

A complexidade de fatores que envolvem a definição de atividades altamente poluidoras torna difícil elaborar uma lista completa e segura das instalações que seriam consideradas de perigo aos aquíferos. Entretanto, algumas atividades poderão ser consideradas de elevada geração potencial de carga poluidora no subsolo e, num primeiro momento, proibidas em áreas de alta, ou mesmo de média vulnerabilidade (Tabela 5.15), tais como:

- Aterros de resíduos perigosos;
- Infiltração de efluentes contendo substâncias perigosas;
- Indústrias de grande porte, como pólos petroquímicos, cloroquímicos, etc. e
- Tanques subterrâneos de grande capacidade contendo substâncias perigosas.

Algumas atividades poderão ser aceitas mediante estudos de impacto:

- Aterros municipais, com resíduos domiciliares, comerciais e industriais, exceto perigosos;
- Material de construção e demolição de antigas indústrias;
- Aplicação no solo de efluentes industriais com substâncias de baixa toxicidade e degradabilidade, incluindo restilo da cana-de-açúcar (fertirrigação);
- Lagoas de efluentes domiciliares;
- Infiltração de esgotos tratados e
- Infiltração de águas de refrigeração.

Outras atividades poderão ser aceitas em áreas de alta vulnerabilidade, em princípio e sem maiores restrições:

- Acondicionamento (selagem) de lodos de tratamento de esgoto e
- Infiltração de águas pluviais de tetos de casas, edificações e áreas impermeáveis (exceto industriais, que poderão ser aceitas em áreas, sujeitas a estudos, de Média e Baixa vulnerabilidade).

As restrições às fontes dispersas são ainda mais complexas, pois envolvem extensas áreas e geralmente baixas concentrações, no caso da atividade agrícola, de produtos agroquímicos com comportamento em subsuperfície ainda pouco conhecido, sobretudo em climas nos solos tropicais. No caso das atividades agrícolas mais especificamente, a atenção deverá ser dada aos poços de abastecimentos próximos ao local da atividade com um monitoramento dos principais produtos ativos utilizados nas culturas. O nitrato, em face de sua mobilidade e persistência, deverá ser monitorado com maior frequência; alterações estatísticas dos valores naturais (background) deverão levar a estudos mais pormenorizados de agrotóxicos, incluindo pesticidas.

Em áreas de futuros loteamentos, sistemas de saneamento in situ somente poderão ser permitidos se houver densidade adequada de instalações, se forem tecnicamente bem construídos e mantidos. A capacidade de infiltração do solo requererá desenhos específicos do sistema de saneamento. Normalmente, para infiltrações maiores que 50mm /d, recomenda-se tanque séptico com poço de infiltração; de 10 a 50mm/d, tanque séptico com dreno de infiltração (em ambos, o desenho geral não poderá ter cargas hidráulicas na base do poço ou dreno que exceda a 100mm/d); e menores que 10mm/d, os sistemas de saneamento in situ poderão não ser factíveis sem tanques de retenção. A separação entre o fundo da fossa e o mais alto nível de água do freático não poderá ser menor que 3m.

Nas áreas onde o loteamento exceda a densidade populacional aceitável (muitas vezes não superior a 50hab/ha), será necessário o sistema de redes de esgoto com receptor ou sistema de tratamento desenhado especificamente.

No caso da implantação de loteamentos sem rede de esgoto, deverá ser garantida água potável, como fonte alternativa aos poços. Um estudo com uso de mapas de vulnerabilidade e análises químicas simples poderá ser aplicado para a definição de prioridades de implantação de rede de esgoto e/ou tratamento em áreas de alta densidade populacional (FERREIRA & HIRATA, 1.993).

5.5.11.2- Estratégias para Fontes Preexistentes

A primeira e a maior dificuldade no estabelecimento de estratégias voltadas para atividades já instaladas é simplesmente identificá-las e definir as que apresentam maiores riscos de contaminação da águas subterrâneas.

Nas atividades de maior risco, estudos de detalhe deverão ser estabelecidos com urgência, a fim de verificar a real situação; caso haja poluição, propor estudo de avaliação da extensão e medidas corretivas. Caso não existam evidências de alteração

da qualidade das águas subterrâneas, deverão ser propostas estratégias de monitoramento adequadas.

A análise das cargas poluidoras de forma mais detalhada permitirá definir se determinada atividade deverá ser deslocada para outras zonas de menor vulnerabilidade, ou se deverá usar uma tecnologia alternativa para proteger as águas subterrâneas.

Segundo FOSTER et. Al. (1991), em muitos casos, com o objetivo de reduzir o risco de infiltração de contaminantes ou a carga hidráulica associada, a melhoria nos desenhos propostos poderá ser suficiente. Na mesma publicação, são discutidos esquemas e projetos alternativos. No estabelecimento de projetos alternativos, será necessária a contratação de técnicos do setor para uma real adequação das obras e pormenorizados estudos hidrogeológicos.

Em outros casos, pode ser preferível não modificar as instalações, mas adotar sistemas "ofensivos" de monitoramento, permitindo detectar antecipadamente qualquer impacto significativo na qualidade das águas subterrâneas.

5.5.12- Recomendações para o Gerenciamento do Recurso Hídrico Subterrâneo

5.5.12.1- Caracterização do Município de Paulínia

- Área do município: 133 km²
- N.º poços existentes: 81
- Perfil Sócio-Econômico: industrial

Na área do município ocorrem o Aquífero Itararé (integrante do Sistema Aquífero Tubarão), o Aquífero Diabásio e o Aquífero Cenozóico.

A vulnerabilidade natural dos aquíferos varia de média a baixa nos aquíferos Itararé e Cenozóico, e alta nos aluviões do Aquífero Cenozóico. No Aquífero Diabásio não há a possibilidade de determinação de sua vulnerabilidade natural devido a limitações metodológicas.

A profundidade média dos poços construídos no município varia entre 100 e 150 metros. O tubo de revestimento interno é de 6 polegadas e a sua profundidade média é de 28,4 metros, normalmente sem filtros. Pelo menos 40% dos poços possuem alguma falha no sistema de proteção sanitária (laje, cimentação ou tubo de boca). O equipamento de bombeamento mais largamente utilizado é a bomba submersa.

Os principais usuários de água subterrânea são as indústrias, proprietárias de 55,6% dos poços (principalmente as indústrias químicas e petroquímicas). A seguir, vêm

os proprietários particulares de poços (34,6%) com água utilizada para fins exclusivos de saneamento.

A disponibilidade total explotável de água subterrânea calculada é de 291,6 m³/h, incluindo-se aí a disponibilidade natural a partir da infiltração da água da chuva (273,5 m³/h) e a disponibilidade artificial, obtida a partir de uma parcela das infiltrações de água perdida por vazamentos na rede de distribuição (16,3 m³/h). O consumo atual de água subterrânea é de 122,4 m³/h obtido a partir dos poços em funcionamento. Assim, ainda há um saldo positivo disponível a exploração de 169,2 m³/h.

5.5.12.2- SITUAÇÃO ATUAL/PROBLEMAS

Em relação ao consumo de água subterrânea, o município consome menos da metade da sua disponibilidade.

Apesar de possuir uma zona relativamente boa de capacidade de produção, a locação de poços tubulares profundos é complexa devido à geologia heterogênea, 51% dos poços tubulares profundos encontram-se desativados, abandonados, soterrados ou parados.

A alta densidade de poços perfurados requer atenção quanto a prováveis problemas de superexploração e contaminação de aquífero. Esta contaminação pode se dar pela grande quantidade de poços desativados e abandonados em áreas densamente industrializadas.

Foi registrado um caso de contaminação de água subterrânea por hidrocarbonetos, devido a problemas de vazamento no sistema de reservação de segurança da REPLAN (Refinaria do Planalto). Assim, constata-se o alto risco de contaminação de água subterrânea nas regiões industrializadas do município.

Há casos de ocorrência de teores excessivos de ferro e ferrobactérias em poços na zona industrial.

5.5.12.3- RECOMENDAÇÕES PARA O GERENCIAMENTO DO RECURSO

Há restrições de exploração de água subterrânea na porção sudeste do município devido à baixa capacidade do aquífero local.

Em geral, a água subterrânea é um recurso hídrico em disponibilidade no município. Face aos problemas de escassez dos recursos hídricos na Bacia do Piracicaba, faz-se necessário um gerenciamento quanto ao seu uso e sua qualidade no município e região.

Deve-se promover o disciplinamento da exploração da água subterrânea no município, especialmente na área industrial.

Faz-se necessária a obediência às normas técnicas de construção e de proteção sanitária de poços tubulares profundos (NBR 1290) e de qualquer outro sistema de captação de água subterrânea.

As áreas com vulnerabilidade natural de aquíferos de índice alto, possuem grandes restrições quanto à disposição de quaisquer resíduos ou efluentes.

Qualquer obra de engenharia que tenha como função a disposição de efluentes ou resíduos (industriais, saneamento ou agro-pecuário) deverá seguir rigorosamente as normas técnicas vigentes.

Deve-se controlar a qualidade da água subterrânea, principalmente na área industrializada, através de monitoramento periódico de poços próximo a indústrias potencialmente geradoras de contaminação.

5.5.13- Conclusões

Conforme o "Mapeamento da Vulnerabilidade e Risco de Poluição das Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo" elaborado em conjunto pelo Instituto Geológico (IG), Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB) e Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE) em 1997, as seguintes conclusões foram obtidas:

- O Instituto Geológico (1990, 1991 e 1993) tem desenvolvido mapas de vulnerabilidade na escala 1:50.000 de municípios do Estado de São Paulo. Os resultados apresentados têm se mostrado adequados ao planejamento municipal como ferramenta de ação do governo no equacionamento, por exemplo, da instalação de indústrias de porte, de aterros sanitários e priorização de sistemas de saneamento.
- No caso das indústrias foi possível a classificação das atividades em elevado, moderado e reduzido índice relativo de geração potencial de carga; entre elas, as que apresentaram índices mais elevados estão associadas às indústrias de couro, seguidas da de química e metalurgia. Da mesma forma, as menos preocupantes proporcionalmente, foram as indústrias de açúcar e álcool e de alimentos.
- As cargas poluidoras dispersas analisadas relacionavam-se à atividade de saneamento in situ. Todos os municípios do Estado foram analisados sob esse aspecto, resultando em 50 classificados como de índice elevado, 57 moderado e 419 reduzidos perigo de geração de carga nitrogenada por sistemas de saneamento local.

- As áreas críticas foram estudadas e classificadas em três grupos comparando vulnerabilidade e carga potencial poluidora. As áreas de maior preocupação ambiental concentraram-se próximo da região de Ribeirão Preto/Franca e arredores; Bauru e arredores; no Vale do Paraíba, junto a São José dos Campos, Taubaté e Pindamonhangaba; na região de Campinas e arredores, além da zona de recarga do Aquífero Botucatu-Pirambóia.
- Numa estratégia voltada para os empreendimentos já instalados, aqueles classificados como de alta carga poluidora, seguidos dos de média e baixa, deveriam ter prioridade em estudos de detalhamento, em conjunto com uma análise do uso de água da região. Estudos hidrogeológicos e de impactos poderão definir se as suspeitas de risco se comprovam e se será necessário exigir medidas para redução do risco, como programas de monitoramento preventivos. Em empreendimentos ainda a serem instalados, o mapa de vulnerabilidade poderá servir de ferramenta balizadora nas decisões de estudos prévios e níveis de exigências.

Conforme o projeto “Subsídios para o Planejamento Regional e Urbano do Meio Físico na Porção Média da Bacia do Rio Piracicaba – SP” Volume 3, elaborado pelo Instituto Geológico em 1995 e pertencente ao Programa “Bacia do Rio Piracicaba – Estudos Geoambientais para Planejamento Territorial, as seguintes conclusões foram obtidas”:

- No município de Paulínia, os diferentes tipos litológicos e de estruturas imprimem um comportamento hidráulico distinto em relação às formas de ocorrência e circulação da água subterrânea.
- Na definição de áreas mais susceptíveis à poluição, a cartografia de vulnerabilidade natural dos aquíferos demonstra que 65% da porção sedimentar da área de estudo possui índice Médio. O índice de vulnerabilidade Alto, que representa uma maior susceptibilidade à poluição da água subterrânea, é dada aos aluviões cenozóicos, por possuírem sedimentos de alta permeabilidade e nível freático sub-aflorante.
- Quanto aos itens de proteção sanitária (tubo de boca, laje e cimentação) o diagnóstico revela uma situação preocupante: aproximadamente 50% dos poços do município de Paulínia apresentam alguma falha em alguns desses itens, o que pode tornar o próprio poço uma via de transporte de poluentes da superfície para interior

do aquífero (Ver Gráfico dos Aspectos Sanitários dos Poços Tubulares Profundos na Seção 18).

- Os tipos de uso da água subterrânea são reflexos do perfil sócio-econômico do município de Paulínia, onde é importante o uso industrial da água subterrânea.
- A situação atual no município revela que a disponibilidade é maior que o consumo.
- A aplicação da Lei Estadual nº 6.134 (02/06/88), de sua regulamentação, o Decreto Lei nº 32.955 (07/02/91), e das leis municipais já existentes, bem como a criação de novas legislações municipais para gerenciamento do recurso hídrico subterrâneo, contempla a necessidade de disciplinamento da exploração e preservação da água subterrânea no distrito industrial e zonas urbanas e em alguns locais próximos a margens de rios.

6. SOLO

A palavra “solo” tem, pelo menos, dois significados usuais: de chão, ou seja, a superfície sólida da Terra, e o de elemento de fixação das plantas. Nesta última conotação é definido como rocha finamente particulada, misturada com resíduos de decomposição vegetal e animal (Branco e Rocha, 1987). Sua origem está pois ligada à desagregação de rochas e à biota. Soma-se a estes, os fatores água e ar, presentes na camada considerada como solo. A interação destes fatores ao longo do tempo, determina as propriedades do solo.

Segundo a ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, a definição de solo é a seguinte: “corpo tridimensional, formando a camada mais superior da crosta terrestre e que apresenta propriedades diferentes da camada rocha inferior, ou dos materiais que lhe deram origem, como resultado das interações entre o clima, o material original, os organismos vivos e o homem”.

No processo de intemperismo, ocorre um conjunto de processos físicos, químicos e biológicos, que atuam sobre as rochas e minerais expostos na interface litosfera-atmosfera, desintegrando-os e decompondo-os quimicamente. A alteração química provoca a lixiviação, em graus variados de seus constituintes, sendo o alumínio, o ferro e o silício, sob condições de boa drenagem, os menos removidos, o que promove a síntese de argilo-minerais e óxidos e hidróxido de ferro e alumínio mais estáveis sob condições ambientais. À medida que as rochas se intemperizam, formam-se no regolito os horizontes ou seja, camadas que diferenciam-se entre si. O perfil do Solo é então, o conjunto dos horizontes e/ou camadas que abrangem, verticalmente, desde a superfície até o material originário.

Do ponto de vista estrutural, o perfil de um solo raramente se mostra uniforme. O que se observa é uma sucessão das camadas sobrepostas, denominadas horizontes, até atingir a rocha. Nesta sucessão, na camada superior está o horizonte A, geralmente de coloração mais escura, mais rico em matéria orgânica e onde é mais intensa a atividade biológica. A partir da identificação dos horizontes que compõem um perfil é que se torna possível a classificação do solo.

6.1- Caracterização de Solo em Suas Propriedades Físicas e Químicas

Os solos são sistemas heterogêneos, polifásicos, particulados e porosos nos quais a área de contato por unidade de volume pode ser bastante grande (Hillel, 1980).

Pode-se identificar três fases na organização de um solo: uma fase sólida, constituída por matéria de origem mineral e orgânica, uma fase líquida, constituída de

água contendo substâncias dissolvidas, mais propriamente chamadas solução do solo, e uma fase gasosa, tal como é visto na Figura 6.1.

A fase sólida, o arcabouço do solo, inclui partículas que variam em sua natureza, forma e tamanho. A organização destes componentes – sólidos é que determina as características geométricas do espaço poroso no qual ocorrem a transmissão e o armazenamento de água e ar.

6.1.1- Propriedades Físicas

As propriedades físicas do solo são responsáveis pelo mecanismo de atenuação física de poluentes, como filtração e lixiviação, possibilitando ainda condições para que os processos de atenuação química e biológica possam ocorrer.

Fisicamente, o solo é constituído por uma fase sólida, composta por minerais e matéria orgânica, envolvida por espaços (poros) que podem estar preenchidos por ar ou água. A distribuição percentual destes constituintes, sua natureza e a maneira como encontram-se organizados é que irá determinar as principais características físicas do solo.

6.1.1.1-Textura

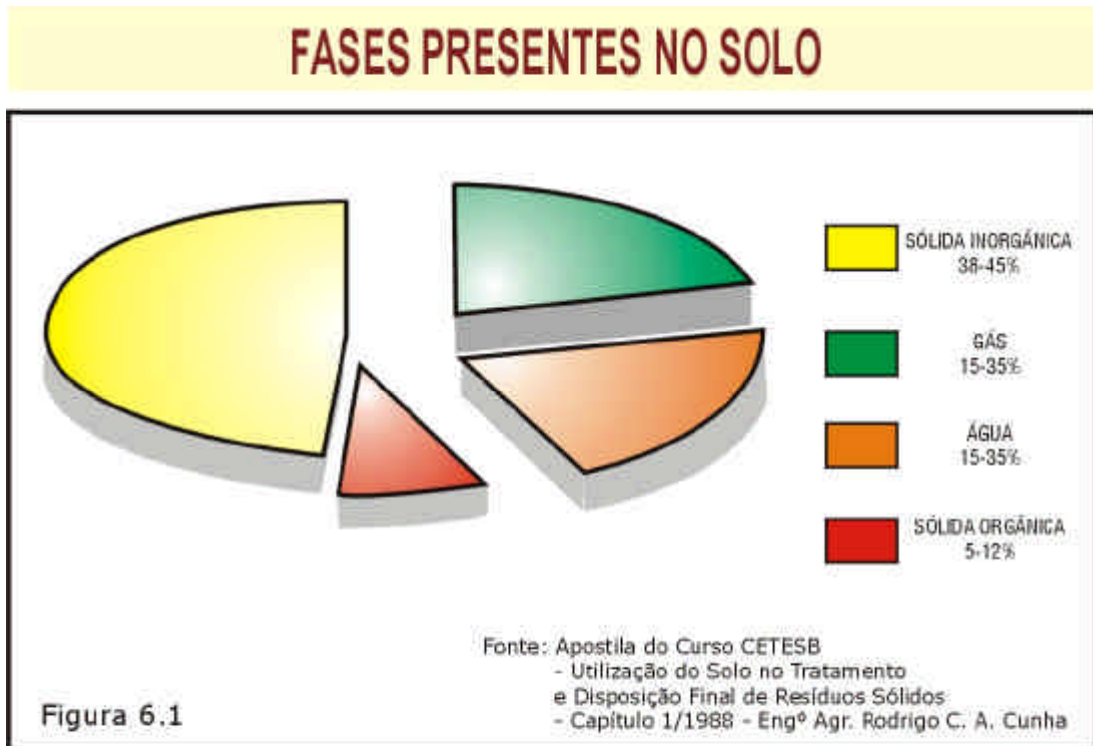
Reflete o comportamento do solo úmido ao tato, sendo normalmente utilizada em testes de campo onde se relaciona a sensibilidade ao tato, ao tamanho e distribuição das partículas unitárias do solo. Retrata, portanto, uma característica do meio – sua granulometria, ou a distribuição de suas partículas por classes de tamanho. A Figura 6.2 apresenta as escalas granulométricas adotadas por diferentes instituições.

A análise granulométrica pode ser realizada pelo Método da Pipeta ou do Densímetro (Camargo et. Al., 1986) após individualização das partículas por remoção dos agentes cimentantes. Determinada a distribuição percentual das partículas é estabelecida a classe do solo a partir de diagramas, de acordo com a Figura 6.3.

Solos arenosos são normalmente mais permeáveis e aerados, porém com menor capacidade de retenção de água, mais estruturados e têm mais acentuada suas propriedades químicas.

O muito argiloso não é muito bom, devido a baixa permeabilidade e fácil escoamento para outras áreas, conforme descrito na Tabela 6.1.

Figura 6.1- Fases Presentes no Solo



ESCALAS GRANULOMÉTRICAS USADAS PARA OS CONSTITUINTES DO SOLO

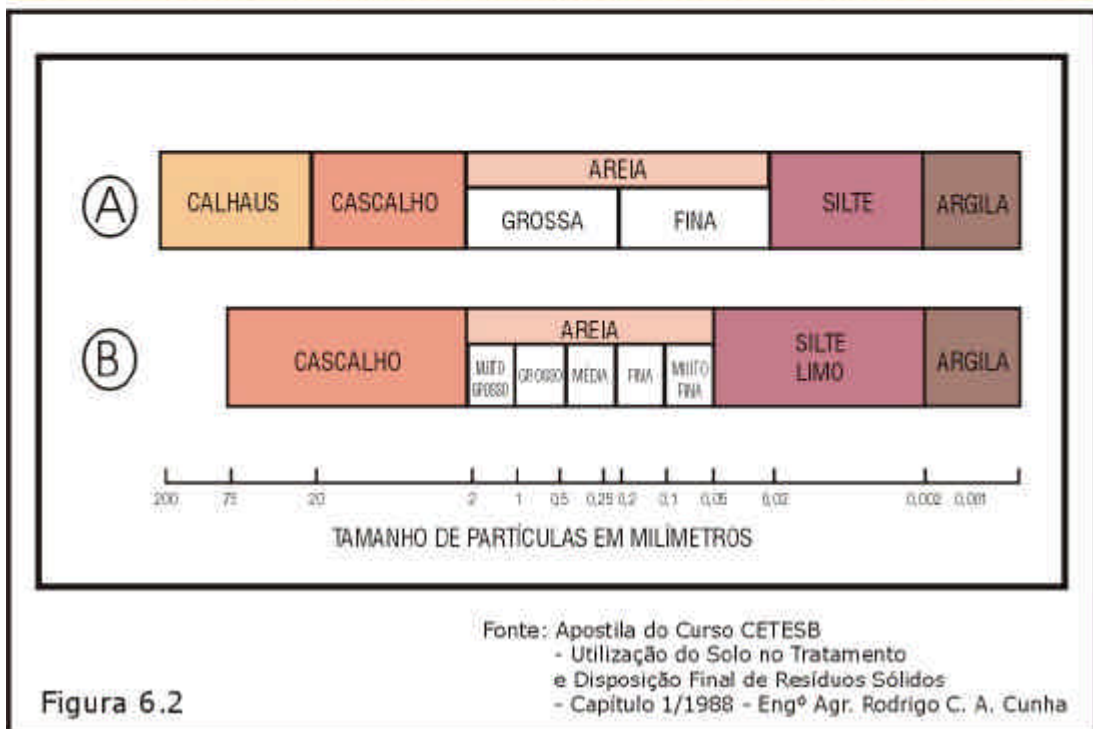


Figura 6.2- Escalas Granulométricas Usadas para Constituintes do Solo

DIAGRAMA DAS DIVERSAS CLASSES TEXTURAIS DO SOLO

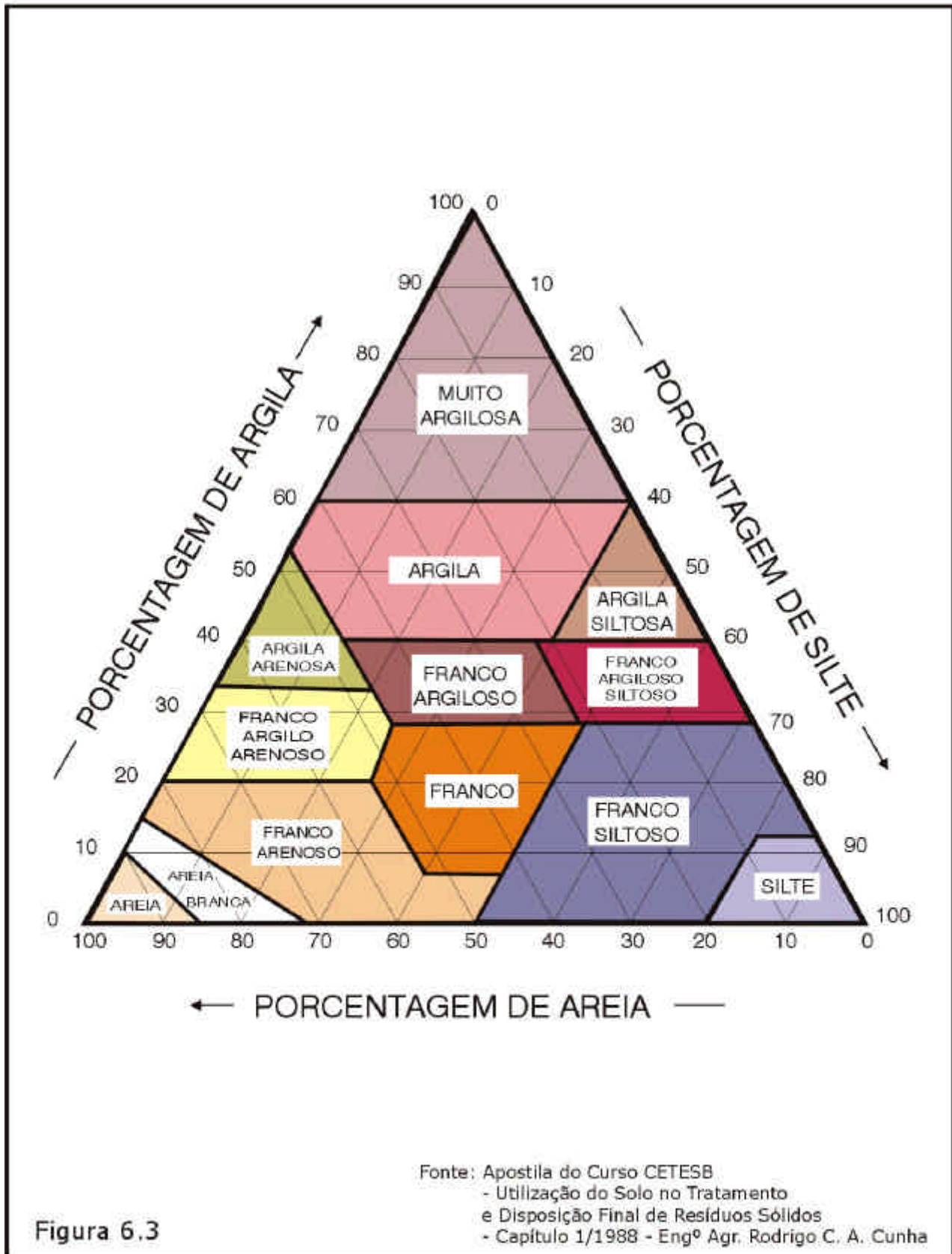


Figura 6.3

Figura 6.3- Diagrama Mostrando as Diversas Classes do Solo

Tabela 6.1- Adequação de Várias Classes, Texturais de Solos para o Tratamento de Resíduos Industriais

Textura	Vantagens	Desvantagens
Areia	Infiltração muito rápida Normalmente seco e oxidado Pequeno escoamento superficial	CTC* muito baixa Baixa disponibilidade de água Condutividade hidráulica muito alta Solo pouco estruturado
Areia Franca	Alta infiltração Pequeno ou médio escoamento Superficial	Baixa CTC Condutividade hidráulica moderada a Alta Disponibilidade de água baixa a média
Franco	Infiltração moderada Oxidação razoável Escoamento superficial moderado Boa CTC	Razoavelmente estruturado
Franco Siltoso	Infiltração moderada Oxidação razoável Escoamento superficial moderado Boa CTC	Algumas incrustações Razoável e pobre
Silte	Infiltração baixa Oxidação razoável e pobre Escoamento superficial moderado Boa CTC Boa disponibilidade de água	Alto potencial de incrustação Estrutura pobre
Franco Argiloso Siltoso	Percolação de média e baixa Estrutura razoável CTC elevada	Infiltração média a baixa Algum potencial e incrustação
Argila Siltosa	Boa e elevada disponibilidade água	Escoamento superficial moderado freqüentemente úmido
Franco Argiloso	Percolação média a baixa Estrutura boa Aeração de média a pobre CTC elevada Elevada disponibilidade de água	Infiltração de média a baixa Escoamento superficial de moderado a elevado Freqüentemente úmido
Franco argiloso e arenoso	Disponibilidade de água de média Boa aeração	Infiltração média
Argila arenosa	Percolação de média a baixa CTC de média e elevada	Infiltração média
Argila	Percolação baixa CTC elevada Elevada disponibilidade de água	Estrutura maciça freqüente infiltração Baixa Escoamento superficial elevado Algumas vezes baixa aeração

CTC* - Capacidade de Troca Catiônica – (EPA 1983)

6.1.1.2- Estrutura

Reflete o arranjo e organização das partículas. É o arcabouço dado pelos pontos de contato entre as partículas e agregados resultante do arranjo destes. Origina-se da agregação das partículas unitárias e a partir da floculação e posterior partição do material maciço por contração ou secagem.

Os tipos de estruturas identificadas nos solos são: laminar, prismática, blocos e granular. Estas podem estar em classes de tamanho que vão desde muito pequeno a muito grande.

A importância de estrutura para os solos está na sua influência sobre a porosidade, permeabilidade, aeração e densidade. Pode-se incrementar a estruturação do solo através da adição de matéria orgânica, operações de cultivo e adição de agentes cimentante.

6.1.1.3- Porosidade

É o espaço poroso resultante da distribuição das partículas do solo por tamanho e do seu arranjo, assim como dos agregados e da estrutura. Partículas com formato esférico são mais facilmente compactadas, apresentando menor porosidade.

A porosidade total, ou seja, o volume máximo que a água e o ar podem ocupar no solo, pode ser subdividida em macros e microporos que podem ser definidos em função de um diâmetro médio (1 μm) ou em relação ao movimento da água, dificultando-o (microporos) ou não (macroporos).

A importância da porosidade está no fato de que todos os fenômenos de transporte de fluídos e armazenamento de água se dão devido a ela.

Na maioria dos solos, pelo menos uma parte dos poros contém certa quantidade de ar, como também de água e denominam-se, por isso, não saturados. Entretanto, sob certas condições, ao menos uma parte do perfil do solo, poderá achar-se completamente saturado, isto é, todos os poros tanto grandes, como pequenos, estão cheios de água.

Os horizontes mais baixos dos solos insuficientemente drenados, estão, via de regra, saturados por água (Brandy, 1983). Esses horizontes saturados podem ser chamados de aquífero freático. A zona de transição entre a saturada e a não saturada é denominada de franja capilar, onde a água subterrânea se eleva acima do nível do aquífero freático por forças de capilaridade. A Tabela 6.2 apresenta os valores típicos de porosidade total para cada tipo de solo.

Tabela 6.2- Valores Típicos de Porosidade Total para Cada Tipo de Solo

Areia ou cascalho	25 a 40 por cento
Areia e cascalho misturados	25 a 35 por cento
Sedimentos Glaciais	10 a 20 por cento
Argila	33 a 60 por cento

GUIGUER (2000)

6.1.1.4- Propriedades Relativas ao Fluxo de Água

a) Armazenamento

O armazenamento de água, por um solo ocorre basicamente pelo aprisionamento desta pelos microporos e devido às forças de adesão e adsorção, logo é influenciado pela granulometria, estrutura e porosidade.

Um importante artifício para compreender o comportamento da água nos diferentes tipos de solos é a construção de curvas de retenção de água. A água no solo é submetida a tensões que reduzem sua energia livre e assim sua capacidade de movimentar-se.

Curvas de retenção de água ou curvas características, partindo deste princípio, são construídas com base no volume de água remanescente em amostras de solo saturadas submetidas a diferentes pressões.

Assim, água retirada pelo solo sob altas tensões (915 atm) não está sujeita ao movimento, ao passo que, aquela retida a baixas tensões (0,33 atm.) tem imensa movimentação no perfil, podendo arrastar constituintes do resíduo disposto no solo para as camadas mais profundas e atingir as águas subterrâneas.

b) Permeabilidade - Condutividade Hidráulica

Reflete a capacidade do solo em transmitir água, condicionado pela porosidade, estrutura e granulometria do solo. Uma análise dos valores de condutividade hidráulica pode ser observada na Tabela 6.3.

A condutividade hidráulica é a relação que expressa essa propriedade, podendo ser medida em condições saturadas (poros totalmente preenchidos pôr água) e não saturadas (poros parcialmente preenchidos por água). Sua determinação é convencionalmente realizada em laboratórios ou em campo.

Em condições não saturadas, como usualmente ocorre em sistemas de tratamento de resíduos no solo, a condutividade hidráulica é função da umidade, sendo sua determinação necessária tanto para estimar o fluxo de água, como o transporte de poluentes do solo.

Tabela 6.3- Classes de Condutividade Hidráulica Saturada para Solos

Classe	Condutividade Hidráulica (cm/s)	Descrição
Muito alta	$>10^{-2}$	A água é transmitida tão rapidamente que os solos permanecem úmidos por períodos de tempo extremamente curtos. Os solos são de textura grosseira e dominados por fragmentos de rocha grosseira, sem elementos finos para preencher os vazios e tem rachaduras grandes e permanentes ou buracos de minhocas.
Alta	10^{-3} a 10^{-2}	A água é transmitida rapidamente, permanecendo os solos saturados por apenas poucas horas. Os solos são tipicamente de textura grosseira com elementos finos suficientes para preencher os vazios no material grosseiro. Os poros do solo são numerosos e contínuos.
Moderada	10^{-4} a 10^{-3}	A água é transmitida rapidamente de forma que os solos permanecem úmidos por alguns dias após o molhamento completo. Os solos podem ser maciços, em blocos, prismáticos ou ligeiramente laminares e contém alguns poros contínuos.
Moderadamente Baixa	10^{-4} a 10^{-5}	A água é transmitida rapidamente de forma que os solos permanecem úmidos por alguns dias após o molhamento completo. Os solos podem ser maciços, em blocos, prismáticos ou ligeiramente laminares com poucos poros contínuos.
Baixa	10^{-5} a 10^{-6}	A água é transmitida rapidamente de forma que os solos permanecem úmidos por uma semana ou mais após o molhamento completo. Os solos são estruturados com elementos finos e poros contínuos.
Muito Baixa	$<10^{-6}$	A água é transmitida tão lentamente que os solos permanecem úmidos por semanas após o molhamento. Os solos são maciços, em blocos ou laminares. Os poros são poucos, finos e descontínuos.

(EPA, 1983).

Os valores de condutividade hidráulica não são entretanto, influenciados apenas pelo meio, estando também sujeitos às características do fluido, como densidade e viscosidade. Fluidos poucos viscosos determinam uma elevação nos valores naturais de condutividade hidráulica do meio. A Tabela 6.4 mostra alguns exemplos de interferência de alguns fluidos sobre a condutividade hidráulica.

Tabela 6.4– Efeito dos Solventes Orgânicos Sobre a Permeabilidade da Argila

Substância	Efeito sobre a Permeabilidade
Ácido acético	Diminui
Anilina	Aumenta
Acetona	Aumenta
Etileno Glicol	Aumenta
Xileno	Aumenta
Heptano	Aumenta

CUNHA (1988)

A taxa de infiltração é a entrada de água na superfície do solo por unidade de tempo. O conhecimento deste parâmetro é crítico para uma cidade de tratamento no solo já que a aplicação de um líquido, a taxa que excedam a taxa de infiltração, resultam em escoamento superficial e erosão, ambos indesejados nesse sistema.

De início a taxa de entrada de água no solo é rápida, diminuindo a seguir até entrar em equilíbrio atingindo um valor constante.

6.1.1.5- Propriedades Relativas ao Fluxo de Ar e Calor.

a) Fluxo de Ar

A composição de ar do solo é próximo a do ar atmosférico, sendo o movimento de gases dependente dos poros livres de água, entre outros fatores como gradiente de pressão, influenciado pela pressão barométrica e temperatura.

A influência da aeração dá-se a nível da atividade biológica e de condições de oxidação-redução, favorecendo a primeira e dificultando a formação de produtos tóxicos. Solos bem estruturados e solos arenosos com grande volume em macroporos apresentam esta condição.

b) Fluxo de Calor

A temperatura no solo regula a taxa de várias reações químicas e biológicas. A 10 °C, grande parte da atividade biológica é reduzida e praticamente cessa a 5 °C (EPA, 1983). Na maioria dos nossos solos estas temperaturas não são atingidas na maior parte do ano, possibilitando mais intensa utilização das unidades de tratamento de resíduos.

Calor específico, condutividade térmica e difusividade térmica são as propriedades do solo relacionadas com os processos de troca e transporte de energia radiante e térmica. Fatores que afetam estas propriedades são densidade, cor e umidade do solo.

6.1.1.6- Densidade do Solo

a) Densidade Global (Da)

É definida como a massa de solo por unidade de volume, sendo normalmente expressa em g/cm^3 . Trata-se de medida importante por ser sensível às alterações introduzidas pelo manejo, trânsito de máquina e adição de matéria orgânica, que podem traduzir sensíveis modificações na taxa de infiltração de água e poluente.

Neste caso, é levado em conta o espaço total do solo (volume ocupado pelo sólido e pelos espaços porosos em conjunto). Utiliza-se portanto, amostras indeformadas para a análise.

As densidades aparentes de solo argilosos podem variar de 1,00 a 1,80 g/cm³. Subsolos muito compactos, independentemente da textura podem atingir densidades aparentes tão elevadas quanto 2,00 g/cm³ ou superiores.

$$D_a = \frac{m_s}{V_T} \quad \text{onde} \quad m_s = \text{massa dos sólidos do solo}$$

$$V_T = \text{Volume de Solo}$$

b) Densidade das Partículas (Dp)

Expressa a massa das partículas primárias do solo por unidade de volume. A amostra de solo é deformada para reduzir ao máximo possível o volume de poros. A densidade dos sólidos varia numa faixa limitada de 2,60 a 2,75 g/cm³. Solos com elevado teor de matéria Orgânica poderão ter a densidade de partícula reduzida para 2,4 ou ainda menos.

$$D_p = \frac{m_s}{V_S} \quad \text{onde} \quad V_S = \text{volume dos sólidos do solo}$$

6.1.2- Propriedades Químicas

As propriedades químicas dos solos são, ao lado da atividade biológica, responsáveis pelos principais mecanismos de atenuação de poluentes nesse meio. Entre estes podem ser destacados a adsorção, a fixação química, precipitação, oxidação, troca e a neutralização que incrementados.

Os processos de adsorção, que afetam contaminantes orgânicos e inorgânicos, dependem dos diferentes tipos de solo. Essa adsorção inibe a lixiviação, impedindo o movimento descendente; reduz a biodisponibilidade para plantas e, no caso dos poluentes orgânicos, afeta as taxas de decomposição. A extensão em que as reações de adsorção ocorrem é determinada pela composição do solo (particularmente pelos tipos e quantidades de minerais argilosos, hidróxidos e matéria orgânica), pelo pH, pela natureza e forma inicial em que os contaminantes se apresentam e pelo potencial Redox (a medida do potencial de oxidação de um sistema químico tem importantes conseqüências para a solubilidade, em um dado nível de pH).

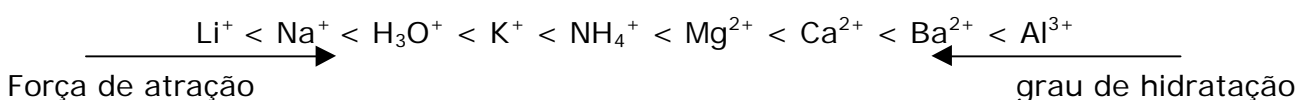
Os poluentes iônicos, tais como os metais, ânions inorgânicos e algumas moléculas orgânicas, são adsorvidos na fração coloidal do solo. Já as moléculas orgânicas não iônicas, como os hidrocarbonetos, a maior parte dos contaminantes orgânicos e os pesticidas, são adsorvidas na fração húmica do solo. Algumas substâncias orgânicas, como os solventes, tendem a ser rapidamente lixiviadas. Também as reações de decomposição dos contaminantes orgânicos são fortemente afetadas pelas condições de oxi-redução e pelos orgânicos existentes. No que se refere aos metais, muito mais estudados que os contaminantes orgânicos, os dados demonstram que os processos de retenção são geralmente os mais importantes.

6.1.2.1- Adsorção e Troca Iônica

Adsorção e troca iônica são fenômenos que ocorrem ao nível da superfície das partículas do solo. Estas, em função da existência de carga elétrica, passam a exercer atração eletrostática sobre os íons dissolvidos na solução do solo, que são adsorvidos e sujeitos a serem trocados com outros íons da mesma solução.

A origem desta carga elétrica está associada ao processo de formação dos minerais presentes na fração argila. Surgem por substituição iônica no processo de cristalização, propiciando a ocorrência de carga elétrica permanentes. Também os valores do pH da solução podem induzir a formação de cargas elétricas negativas e positivas na superfície dos minerais de argila, nos óxidos e na matéria orgânica.

Vários são os fatores que afetam a adsorção dos íons no solo, sendo que a força de atração é função da valência, raio iônico e grau de hidratação iônica dos íons adsorvidos. É sugerida a seguinte série de adsorção:



A capacidade de Troca Catiônica – CTC de um solo é um importante fator que afeta as reações de adsorção. A CTC é a medida, sob condições definidas, da quantidade de cátions que pode ser deslocada de um dado solo. Essa capacidade está associada, sobretudo, ao tipo e teor do material argiloso e, também, ao teor de matéria orgânica presente no solo. Solos arenosos, com baixos teores de argila e de matéria orgânica, tendem a apresentar baixa capacidade de adsorção e a permitir a passagem de contaminantes para níveis inferiores do subsolo.

Solos tropicais são normalmente pobres em minerais de argila com alta capacidade de troca iônica. A Tabela 6.5 apresenta valores típicos de CTC para alguns solos do Estado de São Paulo. São, portanto, extremamente dependentes dos teores de matéria orgânica e dos valores de pH.

Ao lado da adsorção eletrostática, íons podem também se ligar às partículas do solo através de ligações covalentes. Neste caso a adsorção é chamada específica e sendo mais forte a energia de ligação os íons são menos sujeitos à troca.

Tabela 6.5- Valores de CTC de Amostras de Tipos de Solos do Estado de São Paulo

Tipo de Solo	Profundidade (cm)	CTC meq/100 g
PV	0 - 6	3,2
PV	0 - 12	3,7
TE	0 - 15	24,4
LR	0 - 19	29,9
LE	0 - 17	3,9

6.1.2.2- pH

O pH é a medida mais simples feita no solo, mas provavelmente trata-se de um dos parâmetros mais importantes na caracterização química do mesmo. Os solos podem apresentar-se ácido, neutros ou alcalinos. Solos ácidos são originários a partir de intenso processo de lixiviação, típico de regiões tropicais. Neste caso a água que percola pelo interior do solo remove as bases solúveis provocando a acidez do meio. Solos alcalinos são típicos de regiões áridas onde a evaporação provoca um acúmulo de sais e bases na superfície do solo.

Embora os solos tenham poder tampão, alguns fatores podem acentuar a acidez ou a alcalinização dos mesmos. Alguns resíduos podem provocar tais efeitos. Para elevação do pH, o emprego de calcário (carbonato de cálcio) tem sido adotado. Não há valores ideais de pH para solos, mas aqueles próximos da neutralidade tem sido preferidos, pois é nesta faixa que a maioria dos nutrientes está disponível aos microrganismos e é maior a capacidade de troca de cátions para a maior parte dos solos tropicais.

6.1.2.3- Matéria Orgânica

Os efeitos benéficos da matéria orgânica no solo faz com que deva ser considerada manejo de unidades de tratamento de resíduos no solo.

Além de ser fonte de carbono, energia e nutrientes aos microrganismos, desempenha importante papel sobre as propriedades físicas e químicas do solo. Promove

agregação das partículas, aumentando a permeabilidade do meio, além de elevar a capacidade de retenção de água e a capacidade de troca catiônica. Principais influências da matéria orgânica no solo:

1. Efeito sobre a cor do solo, de castanha a parda
2. Influência sobre as propriedades físicas:
 - a) auxilia a granulação
 - b) aumenta a plasticidade, a coesão, etc.,
 - c) aumenta a capacidade de retenção de água
3. Elevada capacidade de adsorção de cátions
 - a) de duas a trinta vezes maior do que a dos colóides minerais
 - b) responsável por 30 a 90 por cento do poder de adsorção dos solos minerais
4. Suprimento e assimilação de nutrientes:
 - a) presença de cátions facilmente permutáveis
 - b) nitrogênio, fósforo e enxofre retidos sob forma orgânica
 - c) extração de elementos provenientes dos minerais por humo ácido.

A proporção carbono/nitrogênio na matéria orgânica assume importância, por originar-se uma aguçada competição pelo nitrogênio assimilável, quando são adicionados resíduos com elevada proporção C/N aos solos.

6.1.2.4- Condutividade Elétrica

A medida da condutividade elétrica no solo é utilizada para indicar a concentração de sais na solução.

Quando seleciona-se áreas para tratamento de resíduos, cuidados devem ser tomados quanto à salinidade do solo e do resíduo. A aplicação de resíduos ricos em sais em solo já alcalinos pode diminuir a degradação microbiana resultando na sua esterilização, (EPA, 1983).

6.2- Metais no Solo

Os metais ocorrem naturalmente nos solos e são originários da rocha que deu origem a este solo. Aqueles considerados como micronutrientes, ou seja, requeridos em baixas concentrações, são necessários á vida, em elevadas quantidades são : o nitrogênio, o fósforo, o potássio, o enxofre, o cálcio e o magnésio.

Os elementos tóxicos, mesmo que em baixas concentrações, podem inibir o desenvolvimento normal dos seres vivos, podendo causar até a morte. Cabe ressaltar

que, mesmo os macro e micro nutrientes em doses acima da necessária, podem causar toxicidade aos organismos.

Segundo Singh e Steinnes (1994), além do intemperismo que age sobre o material parental, os metais em solo são originados também de fontes externas naturais (erupção vulcânica) ou antropogênicas (indústrias, agricultura).

Em geral, os metais são classificados como:

Essenciais – na sua ausência a planta (ou animal) não vive; fazem parte de compostos vitais ou de reações cruciais para a vida da planta, podem ser macro ou micronutrientes, de acordo com a quantidade exigida, como por exemplo o Boro, Cobre, Ferro, Manganês, Molibidênio e Zinco.

Benéficos – não são essenciais à planta, que pode viver sem eles; sua presença, entretanto, é capaz de contribuir para o crescimento, produção ou para a resistência às condições desfavoráveis do meio, clima, pragas, moléstias, composto tóxicos do solo, da água e do ar, como por exemplo o Co, V, Al, Si, Se e Na.

Não essenciais ou sem Funções (Tóxicos) – prejudiciais à planta e não enquadrados em nenhuma das duas categorias anteriormente, como por exemplo, o Cd, Cr, Hg, Pb, etc.

O movimento de metais no solo, apesar de considerado mínimo, pode ser intensificado em contaminações prolongadas, por haver alterações de pH, saturação da capacidade de retenção do metal no solo, aumento de toxicidade eliminando os microrganismos e plantas que atenuariam os efeitos da contaminação e uma série de outros fatores que devem ser estudados e compreendidos.

Os metais podem ter sua mobilidade aumentada em solos com baixa CTC, em solos ácidos, arenosos e com baixa concentração de matéria orgânica e de argila, sendo em geral, estas as condições dos solos do Estado de São Paulo, ou ainda, se estiverem adsorvidos a colóides de alta mobilidade (FETTÉR, 1993). Na Tabela 6.6, é apresentado o comportamento dos metais em vários ambientes.

A função mais importante dos microrganismos do solo é a decomposição de resíduos orgânicos naturais ou poluentes. Todas evidências indicam que uma baixa concentração de metais estimula o crescimento bacteriológico no solo. Altas concentrações são danosas, sendo mais usualmente tóxicas para bactérias fixadoras de nitrogênio livre. Na biota do solo, os fungos são os mais afetados pelos metais. A ação

fungicida dá-se, primeiramente, devido a formação de um complexo não ionizado, com grupos de superfícies (fosfato, carboxil, sulfidril).

Tabela 6.6- Comportamento dos Metais em Vários Ambientes

Grau de Mobilidade	Condição Ambiental	Elementos
Alto	Oxidante e ácida	B, Br, I
	Neutra ou alcalina	B, Br, I, Mo, Re, Se, U, V, W
	Redutora	Br, I
Médio	Oxidante e ácida	Cs, Mo, Ra, Rb, Se, Sr, Zn
	Principalmente ácida	Ag, Au, Cd, Co, Cu, hg, Ni
	Redutora com potencial variável	As, Cd, Co, Cr, f, Fe, Ge, Mn, Nb, Sb, n, Ti, U,V
Baixo	Oxidante e ácida	Ba, Be, Bi, Cs, Fe, Ga, Ge, La, Li, Th, Ti, y
	Neutra ou alcalina	Ba, Be, Bi, Ge, Hf, Ta, Te, Zn
Muito Baixo	Oxidante e ácida	Cr, Os, Pt, Rh, Ru, Ta, Te, Zn
	Neutra ou alcalina	Ag, Au, Cu, Co, Ni, Th, Ti, Zn
	Redutora	Ag, B, Ba, Be, Bi, Co, Cu, Cs, Ge, Hg, Li, Mo, Ni, Re, Se, Zn, Zr

Kabata – Pendias e pendias (1984)

Nos sistemas do solo, o mercúrio, o cádmio e arsênio, parecem ser os que mais provocam danos aos processos de amonificação, enquanto que o cobre reduz significativamente a taxa de mineralização dos fosfatos.

Em situações, onde o solo possui condições físicas e químicas favoráveis à retenção (adsorção) de metais, minimizando o transporte para águas subterrâneas, o alvo de bioacumulação será a vegetação. Os solos contaminados com metais podem produzir safras aparentemente normais, mas que podem se perigosas para consumo humano ou animal, já que certas plantas podem absorver e tolerar uma quantidade elevada de metais, acima dos padrões permitidos pelos órgãos de saúde para consumo ex: taxa de ingestão diária. A Tabela 6.7 apresenta os principais tipos de solos do Estado de São Paulo.

Tabela 6.7- Principais Tipos de Solos do Estado de São Paulo

Classificação do Solo	Fe ₂ O ₃ (%)	Cor Úmida	Variação da Cor em Profundidade	Rocha ou material de origem	Área do Estado de São Paulo (%)
Latossolo Roxo	18 a 40	Vermelha escura acinzentada a bruna avermelhada	Pequena	Efusivas básica, metabasitos, tufitos	14,7
Latossolo Vermelho Escuro	8 a 19	Vermelha escura a bruno avermelhada escura	Pequena	Sedimentos argilo arenosos	24,1
Latossolo Vermelho Amarelo	7 a 11	Vermelha amarelada a bruno forte	Pequena	Sedimentos argilo arenosos	13,6
Terra Roxa Estruturada	>=15	Bruna avermelhada escura	Geralmente média ou grande	Derrames basálticos, rochas alcalina, efusivas ou plutônicas	1,1
Podzólico Vermelho Escuro	<15	Vermelho escura, vermelha, bruna avermelhada	Geralmente média ou grande	Calcário, rocha ígnea ou metamórfica, rocha sedimentar pelítica, argillito, folhelo	19,7
Podzólico Vermelho Amarelo	<11	Vermelha, vermelha amarelada a bruna forte	Geralmente média ou grande	Rocha ígnea ou sedimentos	7,5
Glei pouco húmico	N	Acinzentada com mosqueados	Grande	Sedimentos	1,1
Areia Quartzosa		Bruno-acinzentada bruna a bruna escura	Pequena	Sedimentos tanto rochas como sedimentos	--
Orgânicos	N	Escura	Pequena a média	Sedimentos orgânicos em excesso de água	1,1
Cambissolo	N	Variável, menos acinzentada		Muito variável, tanto rochas como sedimento	--
Podzol	N	Escura com cor ferrugínea ou não	Grande	Sedimentos arenosos	--
Aluvial	N		Grande	Sedimento	0,3
Litossolo	N		Média – grande	Diversos	1,28

Prado (1996); Paiva Neto (1951)

N = Critério não aplicável

-- = Informação não disponível

A seguir é apresentada uma breve descrição dos principais tipos de solos, segundo Prado (1996) e Vieira e al. (1988):

Latossolo Roxo: são solos argilosos ou muito argilosos, profundos, friáveis ou mui friáveis, de coloração vermelha escura a bruna avermelhada, que apresentam forte atração magnética, pois o teor de ferro total varia de 18 a 36%. O incremento de argila entre os horizontes A e B é pequeno.

Latossolo Vermelho Amarelo: são solos de textura média ou mais argilosa, profundos, friáveis ou muito friáveis, porosos ou muito porosos, de coloração vermelha amarelada, com teores de ferro total entre 7 a 11%. O incremento de argila entre os horizontes A e B é pequeno.

Areia Quartzosa: são solos profundos muito friáveis que apresentam textura arenosa ao longo do perfil em pelo menos 2 metros desde a superfície e virtual ausência de minerais primários facilmente intemperizáveis na fração grosseira.

Podzólico Vermelho Escuro: são solos de cor avermelhada que, em real apresentam heterogeneidade no teor de argila entre os horizontes A e B, sendo mais elevado no horizonte B.

Terra Roxa Estruturada: são solos com coloração bruna avermelhada escura ou vermelho escura, geralmente profundos, com teores de argila que não variam muito em profundidade. O horizonte B possui presença de cerosidade.

Cambissolo: são solos geralmente não espessos, com textura média ou argilosa e com minerais facilmente intemperizáveis na fração areia.

Glei pouco húmico: são solos que devido a intensa influência do nível do lençol freático, apresentam o horizonte glei (cinza) a menos de 40 cm de profundidade. O horizonte A é moderado, ou seja, com teores relativamente baixos de matéria orgânica. Se o horizonte A for orgânico, então se trata de glei húmico.

Orgânico : são solos onde há acúmulo de matéria orgânica não decomposta ao longo do perfil, podendo atingir vários metros de profundidade, devido ao encharcamento. É o caso típico das turfas.

Litossolo: são solos minerais não hidromórficos que apresentam seqüência de horizonte A-R (rocha coerente).

Solos Aluviais: são solos situados em várzeas ou terraços, formados a partir de sedimentos recentes ou sub-recentes, não apresentando desenvolvimento e diferenciação do perfil.

Podzol: São solos minerais apresentando no horizonte B, um acúmulo fluvial de material orgânico ou óxido de ferro (cimentantes). É formado de material essencialmente arenoso, podendo ser bastante impermeável devido aos cimentantes.

7. FONTES POTENCIAIS DE POLUIÇÃO E RESPECTIVOS IMPACTOS AMBIENTAIS

Tabela 7.1- Fontes Potenciais de Contaminação do Solo e das Águas Subterrâneas no Município de Paulínia

ITEM	ATIVIDADE/N.º ATUAL DE EMPRESAS	FONTE POTENCIAL DE POLUIÇÃO	EQUIPAMENTO	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	COMENTÁRIOS DO GRUPO
1.	Bases de combustíveis / Retalhistas (30 / 50)	Carregamento / descarregamento de caminhões e estocagem de gasolina, óleo diesel, óleo combustível e álcool etílico.	Caminhões-tanque e tanques de estocagem	Vazamentos/ derramamentos	Contaminação do solo e água subterrânea	São fontes licenciáveis.
2.	Distribuidoras de GLP (10)	Operação de pintura e esvaziamento de botijões para retirada de oleína	Cabine de pintura e botijões	Derramamentos/ disposição inadequada de resíduos sólidos	Contaminação do solo e água subterrânea	São fontes licenciáveis.
3.	Requalificadoras de botijões de GLP (2)	Operação de lixamento para retirada da tinta, pintura e esvaziamento de botijões	Lixadeira manual e botijões	Derramamentos/ disposição inadequada de resíduos sólidos	Contaminação do solo e água subterrânea	São fontes não licenciáveis, que apresentam potencial de contaminação. O licenciamento só ocorre se houver operação de jateamento de areia ou granalha de aço.
4.	Postos de combustíveis (30)	Armazenagem de gasolina, óleo diesel e álcool etílico.	Tanques de estocagem e bombas de combustíveis	Vazamentos/ derramamentos	Contaminação do solo e água subterrânea	São fontes licenciáveis. Os novos a partir de jan/2001, os já existentes serão licenciados a partir de janeiro/2002.
5.	Transportadoras (206)	Operação de lavagem de caminhões	Lavador	Disposição inadequada das águas de lavagem	Contaminação do solo e água subterrânea	São fontes não licenciáveis com potencial de contaminação.
6.	Vaporizadores de caminhões tanques (7)	Operação de vaporização dos tanques	Vaporizador	Derramamentos/ disposição inadequada de resíduos sólidos	Contaminação do solo e água subterrânea	São fontes não licenciáveis com potencial de contaminação.

ITEM	ATIVIDADE/N.º ATUAL DE EMPRESAS	FONTE POTENCIAL DE POLUIÇÃO	EQUIPAMENTO	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	COMENTÁRIOS DO GRUPO
7.	Cemitérios (2)	Sepultamento	Túmulo	Percolação de chorume	Contaminação do solo e água subterrânea	São fontes não licenciáveis com potencial de contaminação. A construção de novos empreendimentos é regulamentada pela Norma CETESB L1040 de dez/98.
8.	Tratamento de Esgoto Doméstico "in situ"	Disposição de esgotos sanitários no Solo	Fossa séptica ou poço absorvente	Infiltração de efluentes sanitários	Contaminação do solo e água subterrânea	No município somente 6% dos esgotos sanitários são dispostos em sistemas de Saneamento "in situ". A construção de fossas é regulamentada pela Norma ABNT 7229.
9.	Aterro Municipal (1)	Disposição de resíduos sólidos classe 2	Valas do aterro	Percolação de chorume	Contaminação do solo e água subterrânea	Este aterro foi desativado definitivamente em jul/01.
10.	Aterro industrial classe 2 e 3 (1)	Disposição de resíduos sólidos classe 2 e 3	Valas impermeabilizadas com manta PAD	Percolação de chorume	Contaminação do solo e água subterrânea	O projeto do aterro foi aprovado pelos órgãos ambientais municipal e estaduais.
11.	Bombeamento de petróleo e derivados – Oleodutos (50 Km na área do município)	Oleodutos	Oleodutos	Vazamentos/derramamentos	Contaminação do solo e água subterrânea	-
12.	Bombeamento de gás natural	Gasodutos	Gasodutos	Vazamentos/derramamentos	Contaminação do solo e água subterrânea	-
13.	Agricultura (6.517 ha)	Plantações agrícolas	-	Percolação de fertilizantes e defensivos agrícolas	Contaminação do solo e água subterrânea	Dados fornecidos pela Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, projeto LUPA – 1998.

ITEM	ATIVIDADE/N.º ATUAL DE EMPRESAS	FONTE POTENCIAL DE POLUIÇÃO	EQUIPAMENTO	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	COMENTÁRIOS DO GRUPO
14.	Incinerador de resíduos hospitalares (1)	Operação de incineração de resíduos hospitalares	Incinerador	Disposição inadequada de cinzas	Contaminação do solo e água subterrânea	O incinerador gera em média 4% de cinzas, que equivale a 8,8 toneladas/mês.
15.	Indústrias (135)	Operações de carregamento e descarregamento de produtos químicos, disposição inadequada de resíduos, processos industriais e armazenamento de produtos químicos	Tanques de estocagem, tubulações e equipamentos industriais	Vazamentos/derramamentos, disposição inadequada de resíduos	Contaminação do solo e água subterrânea	-

Obs.: Algumas das fontes potenciais de poluição mencionadas na tabela acima foram identificadas nos Mapas 7.1 e 7.2, localizados no item 18- Resultados do Trabalho.

Figura 7.1- Dutos e Terminais do Centro-Oeste e São Paulo

DUTOS E TERMINAIS DO CENTRO OESTE E SÃO PAULO

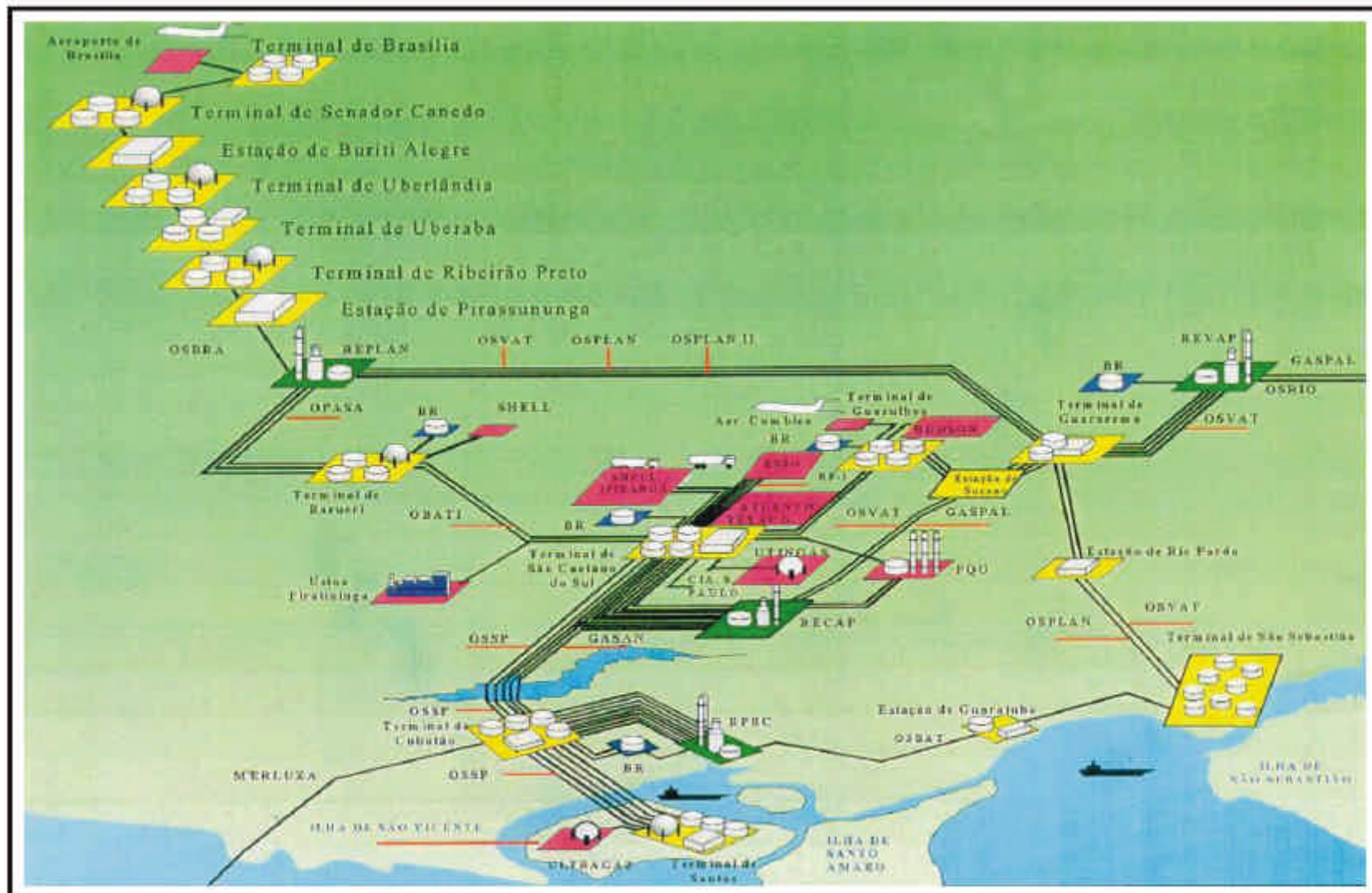


Figura 7.1

Fonte: Petrobrás - Replan / 1999

Figura 7.2- A Contaminação por Lixo Tóxico

CONTAMINAÇÃO POR LIXO TÓXICO



Figura 7.2

Fonte: Revista Época - nº 173 - 10/09/01 - CSD Geoklock

Figura 7.3- A Contaminação do Solo e das Águas Subterrâneas por Fontes Diversas

CONTAMINAÇÃO DO SOLO E DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS POR FONTES DIVERSAS

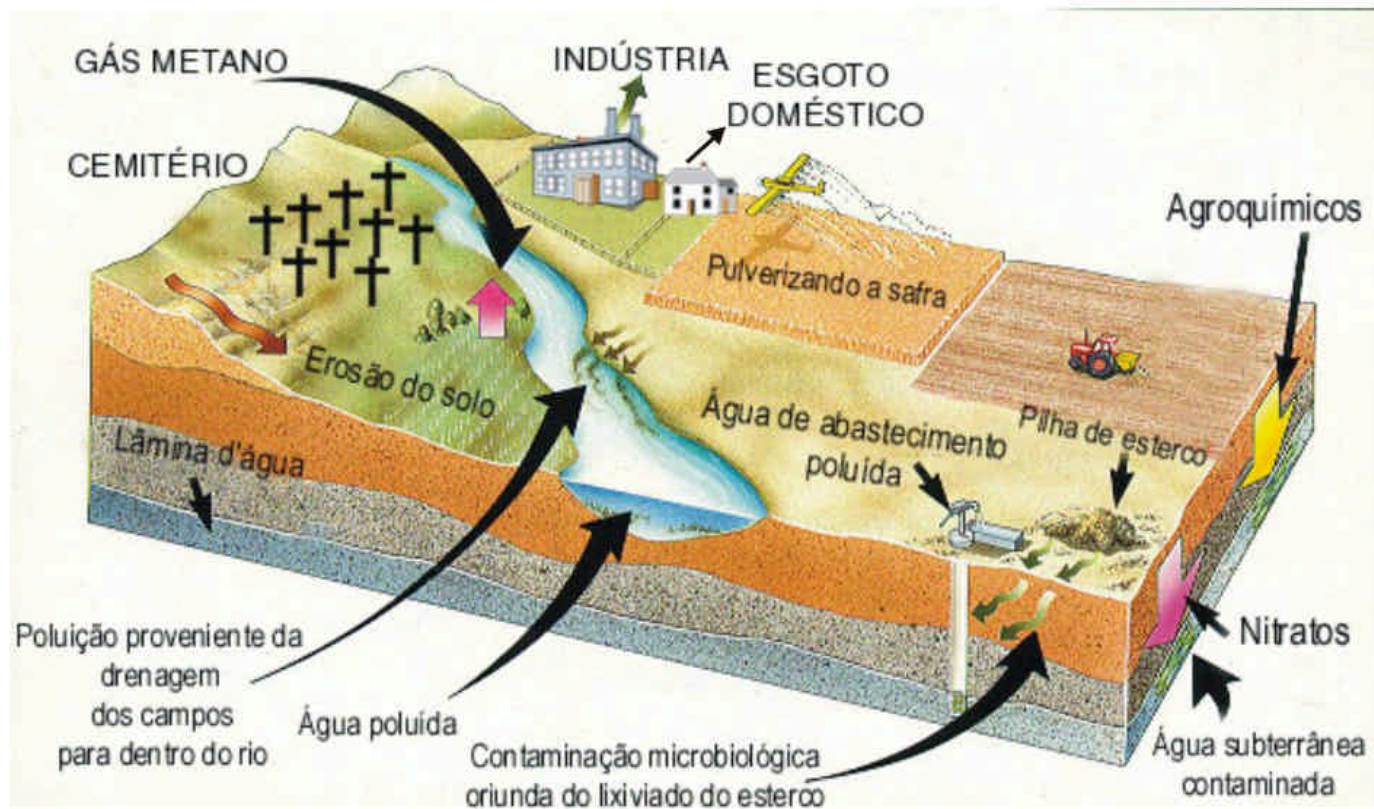


Figura 7.3

Fonte: CSD Geoklock

Figura 7.4- Classificação dos Municípios da Região Metropolitana de Campinas em Função do Potencial Estimado de Lixiviação de Nitrato

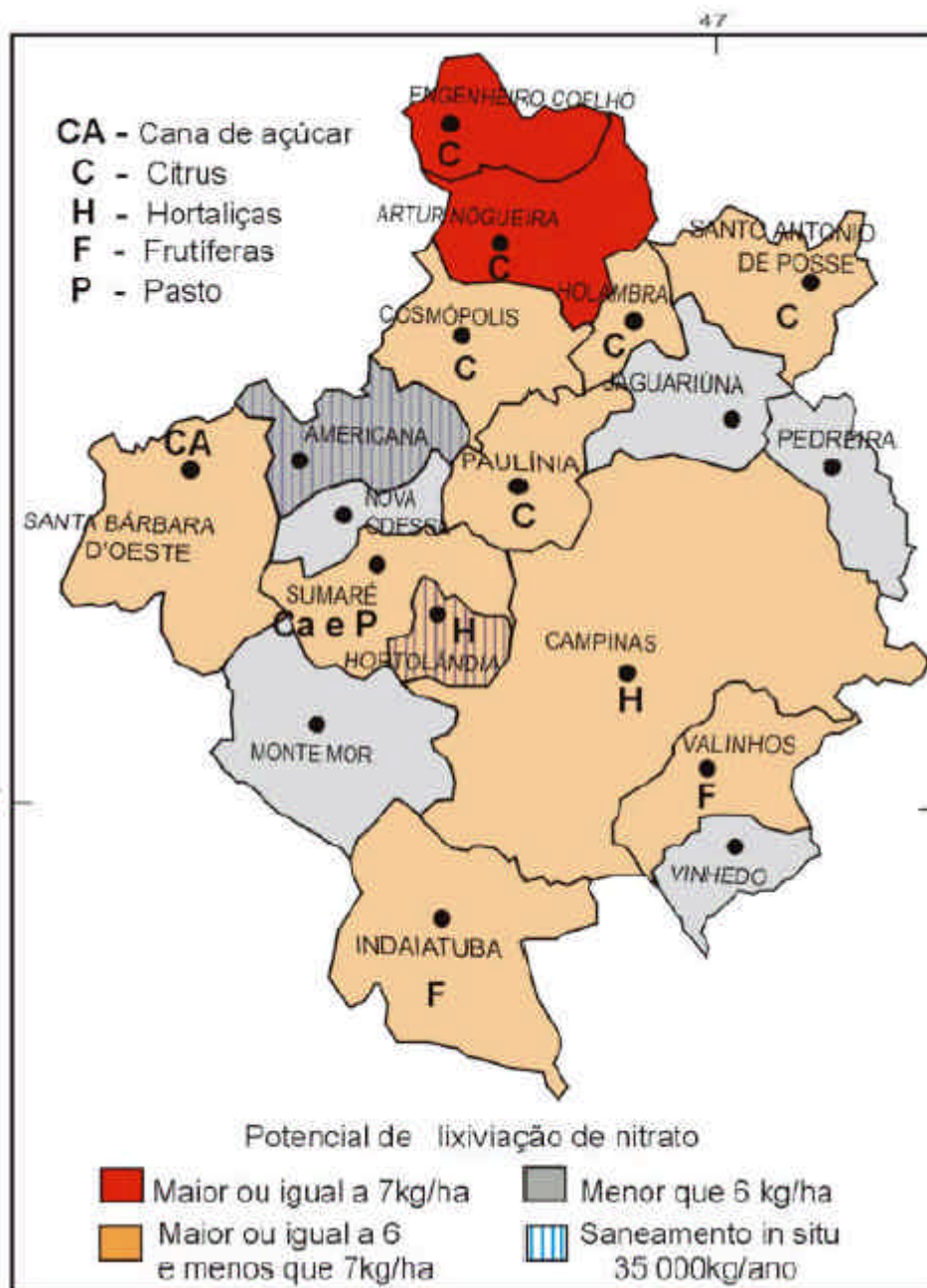


Figura 7.4- Risco Associado à Lixiviação de Nitrato
 Fonte: IG; CETESB; EMBRAPA, no prelo.

Figura 7.5- Classificação dos Municípios da Região Metropolitana de Campinas em Função do Potencial Estimado de Lixiviação dos Agrotóxicos mais Receitados para as Principais Culturas

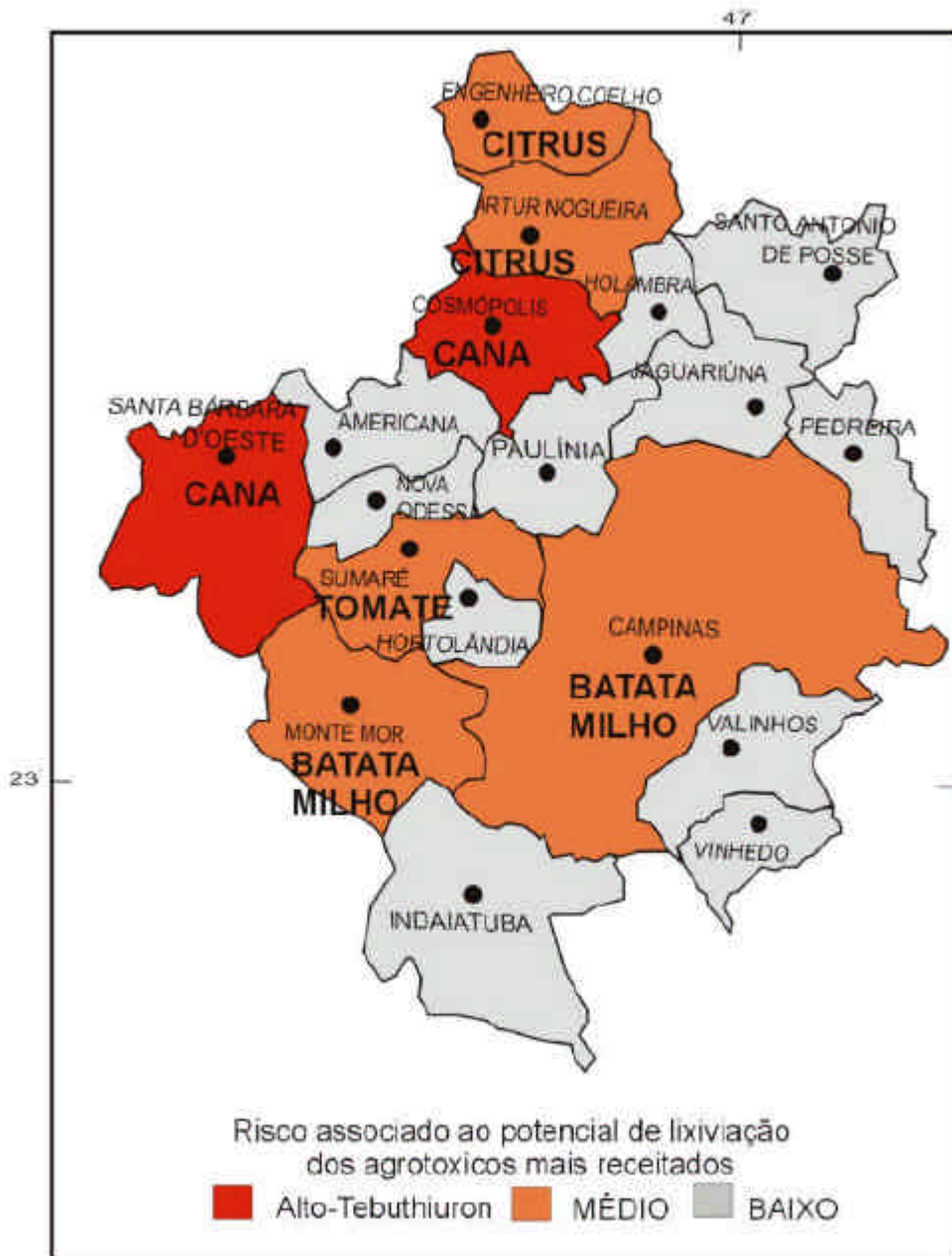


Figura 7.5- Risco Associado à Lixiviação de Agrotóxicos
 Fonte: IG; CETESB; EMBRAPA, no prelo.

8. SAÚDE PÚBLICA

“CASO SHELL – Laudo aponta 156 contaminados em Paulínia”

- Exames detectam a presença de pesticidas ou metais pesados em 86% da população do bairro Recanto dos Pássaros

Reportagem publicada na edição de 24.08.2.001 do Jornal Correio Popular – Campinas

“CASO SHELL – Paulínia revela que 86% dos moradores têm contaminante acima do aceitável e pede a remoção em 30 dias”

- Exame aponta contaminação em crianças

Reportagem publicada na edição de 24.08.2.001 do Jornal Folha de São Paulo (Folha Campinas)

“CASO NUTRIPLANT – Nutriplant é multada por contaminação”

Reportagem publicada na edição de 25.07.2.001 do Jornal Folha de São Paulo (Folha Campinas)

“CASO NUTRIPLANT – CEASA manda produtos de Betel para exames”

Reportagem publicada na edição de 29.07.2.001 do Jornal Correio Popular - Campinas.

Estas e outras reportagens sobre áreas contaminadas (conforme tabela na seção 18) revelam a existência de áreas contaminadas no município de Paulínia, as quais têm se constituído em um grave problema ambiental. Estas áreas, em função da natureza dos contaminantes presentes, extensão da área afetada e uso do solo nos arredores, determinam significativos impactos à saúde humana, recursos naturais, flora e fauna, bem como ao patrimônio público e privado.

8.1- Toxicidade e Efeitos à Saúde Causados por Derivados de Petróleo

O impacto na saúde humana e no meio ambiente nos casos com gasolina e destilados médios e pesados, na contaminação de solos e águas subterrâneas podem ser baseados no receptor potencial (isto é, humanos e organismos aquáticos) exposto à grupos de materiais: Hidrocarbonetos aromáticos leves, PAHs. Os aromáticos leves, benzeno, tolueno, xileno e etilbenzeno, tem uma alta solubilidade em água e uma má

sorção nos solos (ASTM,1995). Proporcionando assim a estes compostos, uma alta mobilidade no meio ambiente e uma rápida movimentação através da subsuperfície.

Quando ocorre um vazamento na superfície dos corpos d'água, estes materiais demonstram-se moderados, causando uma toxicidade aguda nos organismos aquáticos.

O benzeno é listado pelo órgão de proteção ambiental americano como carcinogênico e, assim, por menor que seja a exposição a baixas quantidades deste material, é considerada significativa (ASTM , 1995).

Os aromáticos policíclicos podem quebrar-se em duas categorias: naftalenos e metilnaftalenos (diaromáticos) que tem uma moderada solubilidade em água e com potencial sorção no solo, dessa forma seu movimento através da subsuperfície tendem a ser menor que a dos monoaromáticos, mas uma substancial atividade de movimento ainda pode estar ocorrendo. Quando estes materiais entram em contato com os corpos d'água, são de moderados a altamente tóxicos aos organismos aquáticos. Os PAHs com três ou mais anéis condensados, são muito pouco solúveis (tipicamente menor que 1 mg/l) e fortemente adsorvidos no solo. Assim, este movimento na subsuperfície é mínimo. Vários membros no grupo de três a seis anéis de PAHs são suspeitos de serem carcinogênicos, e portanto, as baixas concentrações na água de abastecimento público ou mesmo através do consumo de solo contaminado por crianças, podem ocorrer em graves conseqüência. Contudo, os materiais que contém de 4 a 6 anéis de PAHs não são biodegradados, sendo bioacumulados nos tecidos dos organismos aquáticos, tendo um grande potencial de bioconcentração no meio ambiente (ASTM – 1995).

A maioria dos produtos de petróleo citados neste trabalho tem formas e efeitos variados quando em contato com o ambiente ou seres humanos, sendo seu contato através dos vapores, pela sorção nos líquidos ou no solo ou por sua solvência nas coleções de águas superiores ou inferiores. A potencial exposição humana e a dose-resposta à esses produtos podem causar efeitos dos mais variados possíveis, com sérias conseqüências à saúde.

Deve-se observar que dose-resposta é uma função da rota de exposição (isto é, a toxicidade de uma substância química dependerá do fato da exposição ser por meio da inalação, ingestão ou pela epiderme). Este princípio se aplica tanto para produtos tóxicos sistêmicos como para os carcinogênicos. Durante a fase de caracterização do risco, para quaisquer contaminantes que apresentem quociente de perigo excedendo a 0,1 ou que o risco de câncer da esperança de vida ultrapassar a 1 excesso por milhão de indivíduos da população exposta, conforme cálculo feito com a substituição das constantes de toxicidade entre as rotas de exposição, será conduzida uma pesquisa bibliográfica dos artigos mais relevantes sobre inalação toxicológica destas substâncias (EPA – 1997).

A incerteza de várias avaliações de dose-resposta origina-se das seguintes três grandes hipóteses:

A Agência de Proteção Ambiental Americana – USEPA, baseia a maioria dos DRfs “dose resposta” nos testes com animais. Para permitir a observação dos efeitos, o pequeno número de animais usados nestes testes devem ser expostos a altas doses.

Para se extrapolar os resultados, dos testes com animais submetidos à altas doses para as baixas doses ambientalmente relevantes, é necessário utilizar modelos matemáticos. Estes modelos são baseados no entendimento científico das respostas biológicas, mas não podem ser verificadas experimentalmente. Normalmente, podem se encontrar vários modelos, biologicamente plausíveis, que podem ajustar os dados. Alguns destes modelos podem produzir estimativas de risco defensáveis que diferem dos da USEPA em várias ordens de magnitude. A USEPA tem como política, selecionar o modelo plausível de maior nível de proteção (EPA – 1997).

Os efeitos observados nos testes com animais devem ser extrapolados para humanos. Os animais e os seres humanos, normalmente, diferem em susceptibilidade, devido às diferenças em tamanho, metabolismo e outros fatores (EPA – 1997).

Para as substâncias tóxicas sistêmicas, a USEPA assume que os seres humanos podem ser até 10 vezes mais sensíveis aos efeitos adversos à saúde do que a mais sensível das espécies testadas, baseado em estudos estatísticos de sensibilidade comparativa inter-espécies (EPA – 1997).

Para carcinogênicos, a USEPA extrapola dos animais para seres humanos por uma conversão de área superficial específica baseado na hipótese de que conforme a taxa metabólica decresce o risco de câncer aumenta. Este método é bem mais conservativo do que a extrapolação baseado no peso do corpo usado pela “ U.S. Food and Drug Administration “ (EPA – 1997).

Tanto para os carcinogênicos como para os não carcinogênicos, a USEPA tem conduzido as extrapolações sob hipóteses conservativas. Estas hipóteses são provavelmente super-conservativas para algumas substâncias, mas não existe evidências que indiquem claramente qual delas (EPA – 1997).

As populações humanas contêm uma variedade genética maior do que a dos animais de laboratório. A faixa de respostas humana para uma substância química é, provavelmente, maior do que esta observada no laboratório (EPA – 1997).

Para ajustar para esta faixa maior de sensibilidade nos humanos, a Agência de Proteção Ambiental Americana – USEPA, assume que as maiorias dos indivíduos sensíveis possam ser 10 vezes mais sensíveis do que uma pessoa média para efeitos não carcinogênicos. Para os carcinogênicos, a USEPA usa o limite superior de 95% da

declividade da potência carcinogênica (EPA – 1997).

É provável que estes procedimentos superestimem o risco para algumas substâncias. Esta metodologia é aceitável porque é mais conservadora em termos de saúde humana. Deve-se observar que inúmeros outros fatores poderiam conduzir a um risco subestimado, incluindo as substâncias químicas que não são detectadas e a não identificação de efeitos mais sensíveis de uma substância química específica.

O Departamento de Saúde e Serviços Humanos da Agência para Substâncias Tóxicas e Registro de Doenças dos Estados Unidos (US-ATSDR, 1995) tem observado através de estudos toxicológicos e investigações epidemiológicas efeitos adversos associados aos produtos de petróleo em seres humanos, as principais causas relacionadas com o problema, segundo a agência americana, são as seguintes:

Efeitos Agudos de Ingestão: A ingestão de hidrocarbonetos, podem causar sérios riscos aos pulmões, disfunção crônica pulmonar, depressão respiratória, arritmias, graves efeitos no Sistema Nervoso Central e em alguns casos, disfunções cardíacas.

Efeitos Agudos de Inalação: Abusos com a inalação de hidrocarbonetos podem resultar em morte súbita, encefalites, e demais distúrbios neurológicos, irritação do trato respiratório, bem como complicações pulmonares conforme citadas acima.

Contato Dérmico/Olhos: Nos casos observados de pessoas que tiveram contato com hidrocarbonetos nos olhos, ocorreram moderadas irritações oculares com a retomada da visão após alguns minutos, sem causar cegueira. Nos casos de contato dérmico, prolongada exposição com hidrocarbonetos causaram sérias queimaduras.

Efeitos Crônicos: A constante exposição a hidrocarbonetos aromáticos resultaram em problemas: hematológicos (ex. benzeno), problemas renais (ex. gasolina), efeitos neuropsiquiátricos (ex. tolueno), efeitos neurológicos e carcinogênicos (ex. n-hexana e benzeno).

8.2- Vias de Exposição e Toxicidade Humana

Por estar presente em pequenas concentrações no solo ar e água. assim como em alguns alimentos, a exposição humana ao mercúrio pode ocorrer por inalação, ingestão e contato dérmico (FLEMING e: alii 1995) Em termos de efeitos toxicológicos o mercúrio pode ser agrupado em três tipos: mercúrio elementar, sais de mercúrio inorgânico e mercúrio orgânico.

A inalação é a principal, via de exposição, na forma de vapor, poeira ou particulados devido suas propriedades lipofílicas o mercúrio metálico é prontamente absorvido (100% de absorção do vapor inalado) através das membranas alveolares dos pulmões e por difusão atinge a via circulatória (ASTDR 1994). Entretanto, sua absorção através do trato gastrointestinal e pela pele é limitada. Dados apresentados por FLEMING et alii (1995) mostram 0,1% de absorção para o mercúrio metálico ingerido e 7% para o mercúrio bivalente. Dados de absorção pela pele são escassos, embora se considerem relativamente insignificantes a absorção de mercúrio iônico pela pele e moderada a absorção de mercúrio metálico (FLEMING et alii. 1995).

A ingestão de mercúrio elementar usualmente não produz toxicidade aguda, a menos que ocorra uma fístula gastrointestinal ou outra inflamação, ou o mercúrio permaneça por muito tempo no trato gastrointestinal. Gotas de mercúrio elementar podem ser absorvidas após contato com os olhos (TOMES 1996).

O mercúrio orgânico é solúvel em lipídeos, passando prontamente pelas membranas, passando portanto pelas barreiras do sangue. Cérebro e placenta sendo 90% de uma dada dose absorvida através do trato gastrointestinal (U.S.EPA1995a).

Após absorvido pelo sistema circulatório, o mercúrio é rapidamente translocado para vários órgãos e tecidos, sendo eliminado através da urina e das fezes. Uma parte do mercúrio metálico é eliminada na expiração (FLEMING et alii. 1995).

A exposição aguda ao mercúrio é relativamente rara. Sob exposição aguda resultante da inalação de vapores de mercúrio metálico, é afetado inicialmente o sistema respiratório. seguindo-se pneumotite e edema pulmonar efeitos sobre o sistema nervoso central, danos renais gengivites e estomatites também podem ocorrer (TOMES 1996).

Os sintomas que aparecem após poucas horas de exposição aguda aos vapores de mercúrio são fraqueza, sensação de frio, gosto metálico, náusea, vômitos, diarreia, dores de cabeça, distúrbios visuais, tosse e tensão no tórax (TOMES, 1996).

Os efeitos que se seguem às exposições crônicas aos vapores de mercúrio elementar são sintomas neuro-psiquiátricos, incluindo depressão, irritabilidade, insônia, instabilidade emocional, confusão, transpiração excessiva e tremores.

Níveis de Poucas Observações de Efeitos Adversos - LOAEL (do inglês, Low Observed Adversed Effect Level) para distúrbios neurológicos têm sido relatados como se situando na faixa de 50 a 100 $\mu\text{g Hg}/\text{m}^3$ no ar (FLEMING et alii, 1995).

Pouco se sabe sobre os efeitos da exposição crônica aos sais de mercúrio inorgânico embora os rins sejam os órgãos identificados como os mais atingidos.

A exposição crônica ao metilmercúrio afeta o sistema nervoso central, provocando alterações nos sentidos, ao contrário do que ocorre com o mercúrio elementar, que afeta

as emoções. Os efeitos incluem sensações anormais de formigamento, restrição do campo visual, deficiência auditiva, prejuízo à fala e ataxia (prejuízo à coordenação muscular) (U.S.EPA 1995a).

Exposições crônicas ao mercúrio também podem causar erupções de pele e algumas crianças podem desenvolver acrodínia, à qual são associadas câimbras, irritabilidade.

Escamação eritematosa da pele dos dedos, mãos e pés. Disfunções renais também têm sido relacionadas a exposição ao mercúrio (TOMES. 1996).

Em virtude da dificuldade de associar os sintomas neuro-psiquiátricos como uma intoxicação por mercúrio, a determinação da exposição pode ser revelada por testes com amostras de sangue e urina, assim como amostras de cabelo, que também concentra este elemento (U.S.EPA, 1995a).

Atualmente, em função da inexistência de estudos que o apontem como causador de câncer em humanos, o mercúrio é classificado pela U.S.EPA (1995a) como pertencente ao grupo D (não classificável como carcinogênico ao homem).

As principais formas de exposição ao mercúrio ocorrem pelo uso o consumo deste elemento na indústria, na restauração de dentes por amálgamas, na separação de ouro amalgamado por mercúrio, pela quebra de lâmpadas fluorescentes e em ambientes pintados com tintas contendo mercúrio.

8.3- Impactos à Saúde Pública Causados pela Contaminação do Solo e das Águas Subterrâneas por Metais e Outros Produtos Químicos

Os efluentes industriais e domésticos devem ser tratados pelo relevante fato de se misturarem com a água, em que existe vida, e porque a utilizamos para o nosso próprio consumo.

Hoje, nossos rios e lagoas são o destino final dos efluentes industriais e do esgoto doméstico, e estão seriamente contaminados com metais pesados e esgotos, dizimando, com isso, muitos tipos de vida aquática benéfica ao homem e também gerando um ambiente propício a outras espécies aquáticas não desejáveis.

Além de rios, lagos e os lençóis freáticos vêm sendo contaminados através de infiltração, fossas sépticas, sumidouros ou reservatórios de águas residuais industriais, ocasionando, com isso, contaminação de pessoas e animais que usam água subterrânea como, por exemplo, de poços, minas etc.

Uma dessas contaminações foi detectada nas proximidades da cidade de Guararema (SP). O lençol freático da região foi contaminado com cádmio e só estará recuperado dentro de sete milhões de anos.

8.3.1- Características Físico-Químicas Importantes para a Saúde Pública

8.3.1.1- pH

Quando um despejo de efluentes se encontra com pH abaixo de 5, contribui para a corrosão das estruturas metálicas e adiciona à água metais pesados como ferro, cobre, chumbo, zinco, cádmio, etc. O pH abaixo de 5 e acima de 10 é difícil de ser tratado por métodos biológicos, pois os metais, em contato com a matéria orgânica, se estabilizam em forma de complexos.

Por exemplo, o níquel é descartado, normalmente, na forma de um sal inorgânico como cloreto de níquel ou sulfato de níquel. No rio, sofre intensas reações orgânicas, catalisadas pelas bactérias, transformando-o num sal orgânico.

Um metal pesado apresenta características de absorção diferentes para os seres vivos. A quantidade absorvida depende das formas em que ele pode ser encontrado. Uma vez dentro de um organismo, o metal não é mais eliminado, transferindo-se apenas do corpo da presa para o predador.

A faixa de concentração de pH adequada para a existência da vida, é muito estreita e crítica. O desejável é que esteja entre 7 e 8,5, mas é permissível de 6,5 a 9,2.

8.3.1.2- Temperatura

A temperatura das águas residuárias é um parâmetro de grande importância, devido ao seu efeito na vida aquática. A elevação da temperatura, por lançamento de despejos industriais aquecidos, pode causar danos às espécies aquáticas que vivem ao longo do curso do rio. Além disso, o oxigênio é menos solúvel em água quente do que em água fria (água a 0 °C contém concentração de 14 mg/L de oxigênio, a 20 °C 9 mg/L e a 35 °C menos de 7 mg/L).

A elevação da temperatura também estimula as atividades biológicas, resultando em consumo de oxigênio, justamente na ocasião em que a água passa a conter menos desse elemento. Por isso, as condições sanitárias das águas tendem a se agravar durante o verão.

Um aumento na temperatura da água pode resultar em alta taxa de mortalidade na vida aquática. Além disso, temperaturas elevadas podem causar o florescimento de fungos e plantas aquáticas indesejáveis.

A principal consequência da elevação da temperatura da água de um manancial está relacionada com perda de oxigênio. Realmente, a solubilidade desse bem, como de outros gases em água, é tanto maior quanto menor for a temperatura. O aquecimento empobrece a água, deixando-a sem oxigênio, acarretando problemas, tais como:

- substituição dos processos aeróbios de decomposição da matéria orgânica presente na água por processos anaeróbios;
- produção de mau cheiro, resultante de desprendimento de mercaptanas, gás sulfídrico etc.;
- asfixia de organismos aquáticos aeróbios;
- maior solubilização de compostos de ferro, que dificultam a utilização da água para abastecimento público.

8.3.1.3- Resíduos Sedimentáveis

É a quantidade de material que sedimenta ou flutua sob determinadas condições, constituído por resíduos industriais (flóculos) ou águas residuárias em geral.

A turbidez pode ser provocada por flóculos ou substâncias como: zinco, feno e compostos de manganês. Essa turbidez pode reduzir a eficiência da cloração. Além disso, as partículas transportam metais pesados e matéria orgânica absorvida, que pode provocar sabor e odor.

8.3.1.4- Óleos e Graxas

Despejos industriais com óleos e graxas produzem odores objetáveis, problemas sanitários e estéticos. É recomendado que mananciais de abastecimentos públicos estejam isentos de óleos e graxas.

Os ácidos graxos são originados pela saponificação insuficiente de óleos e graxas, que possuem odor próprio característico.

8.3.1.5- Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

A expressão Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), utilizada para exprimir o valor da poluição produzida por matéria orgânica oxidável biologicamente, corresponde à quantidade de oxigênio que é consumida pelos organismos do esgoto ou das águas poluídas, na oxidação biológica, em uma dada temperatura, por um tempo convencional.

A estabilização biológica das substâncias orgânicas, em água contendo ar dissolvido, realiza-se em duas fases. Na primeira, são atacados principalmente os compostos carbonáceos; na segunda, a matéria não carbonácea, como a amônia, produzida durante a hidrólise das proteínas. Algumas das bactérias autotróficas são capazes de utilizar oxigênio para oxidar amônia a nitritos e nitratos.

8.3.1.6- Despejos e Substâncias Potencialmente Tóxicas

A lei é clara. Esses compostos devem estar ausentes na emissão de efluentes industriais. Por exemplo, se houver presença de hidrocarbonetos aromáticos polinucleares na água de mananciais de abastecimento, essa água será de alto risco à saúde, pois esse elemento é um componente de solventes e são conhecidos como cancerígeno.

Diante da impossibilidade da identificação de todas essas substâncias químicas, foram selecionados e identificados seis compostos representativos mais facilmente identificáveis, que são: fluorateno 3,4; benzofluorateno 11,12; benzofluorateno 3,4; benzopireno 1,12; benzoperileno; indeno (1,2,3 - cd pireno).

O grupo do Benzeno, Tolueno e Xileno provoca Leucopenia, redução de glóbulos brancos do sangue, e a consequente redução das defesas do organismo, submetendo o portador à ação de infecções oportunistas, que podem levá-lo à morte. Uma simples gripe pode ser fatal. Outra doença provocada por este grupo é a leucemia.

8.3.1.7- Arsênio

Recentemente, vem sendo dada ênfase ao caráter carcinógeno dos compostos de arsênio, bem como à possibilidade de seu acúmulo. Por algum tempo, no organismo humano, o que torna ainda menos recomendável o seu emprego em águas destinadas ao abastecimento.

Nas águas naturais é freqüente a ocorrência de traços de arsênio, em níveis inofensivos à saúde. O aumento do seu teor nas águas é, em geral, devido a despejos industriais, atividades de mineração ou por lavagem do solo, quando são utilizados inseticidas e herbicidas à base desse elemento. A ingestão de 100 mg/l pode resultar em severa intoxicação e envenenamento graves nos rins, fígado e paredes do intestino, e a de 130 mg/l é letal. O arsênio é eliminado lentamente do organismo humano, daí o efeito cumulativo de pequenas doses.

Além da ação tóxica, o arsênio pode exercer efeito cancerígeno, existindo registros de duas ocorrências em que a ingestão de água contendo arsênio resultou na produção do câncer de pele e, talvez, do fígado. A forma química do arsênio é constituída de compostos orgânicos trivalentes e pentavalentes.

8.3.1.8- Bário

Devido à solubilidade extremamente baixa do sulfato de bário, geralmente, apenas traços são encontrados nas águas naturais, sob a forma de carbonato, normalmente vindo de certas fontes de mineração.

Os sais de bário são utilizados industrialmente na elaboração de pigmentos, fogos de artifício, fabricação de vidro, inseticidas, e na forma de sais de cloreto de bário em estações de tratamento de efluentes e na eliminação de íon sulfato, como sulfato de bário.

A entrada do bário no corpo humano é feita principalmente através do ar e da água, pois nenhum alimento contém bário em quantidades apreciáveis. A ingestão de bário pode causar sérios efeitos tóxicos sobre o coração, vasos sanguíneos e nervos, contribuindo, com isso, para a hipertensão. O bário, em doses pequenas ou moderadas, causa o aumento transitório da pressão sanguínea por vasoconstrição. A dose fatal para o homem é considerada entre 0,8 a 0,9 g do cloreto (o que contém 550 a 660 mg de bário). Até agora, não se comprovaram casos de efeito cumulativo de bário.

8.3.1.9- Boro

Despejos tóxicos com concentrações anormais de metais pesados não podem ser aplicados no solo. O boro é o elemento mais importante a ser considerado, uma vez que é altamente tóxico em concentrações acima de 3 mg/l.

A presença e toxidez do boro em alimentos e seu uso na nutrição dos animais têm sido estudados. As evidências até agora disponíveis não indicam que seja tóxico ou possua efeitos cumulativos nos tecidos humanos.

Sabe-se, contudo, que o boro é elemento essencial para o crescimento das plantas. Porém, o boro em concentrações de 1 mg/l é tóxico para algumas plantas sensíveis.

8.3.1.10 Cádmio

Em condições naturais é encontrado na água em traços mínimos, mas pode ser introduzido por contato com recipientes ou canalizações. em que esteja presente, em geral, como contaminante do zinco empregado na galvanização e também por despejos da indústria de galvanoplastia. O cádmio é considerado um elemento de elevado potencial tóxico. É irritante gastrointestinal, poderoso emético e sob a forma de sais solúveis, tem causado intoxicação aguda e crônica.

Industrialmente é utilizada em tintas, galvanoplastia, baterias alcalinas, plásticos, cerâmicas, fotografia, reatores nucleares e nos fertilizantes.

O cádmio apresenta alto potencial tóxico e nenhuma qualidade conhecida que o torne benéfico ou essencial aos processos vitais da natureza. Exerce efeito cumulativo e tóxico, em concentrações relativamente baixas. Uma vez absorvido pelo organismo humano, é retido sendo eliminado em pouquíssima quantidade.

A exposição aguda de seres humanos a fortes concentrações dos compostos de cádmio, por inalação, pode provocar edemas e lesões permanentes ou fatais nos pulmões. Os rins são os mais sensíveis ao efeito do cádmio sobre a saúde.

8.3.1.11- Chumbo

Em geral, sua origem na água vem da poluição por efluentes industriais ou por mineração. É um veneno cumulativo e a intoxicação crônica por ele causada é denominada saturnismo, moléstia que pode levar à morte.

A presença do chumbo no corpo humano pode ser prejudicial à saúde, mesmo quando as exposições são pequenas.

A toxidez aguda do chumbo é caracterizada por queimaduras na boca, sede intensa, inflamação do trato intestinal, ocasionando diarréias e vômitos, dores abdominais diversas, confusão mental, distúrbios visuais, anemia e convulsões. Substitui o Cálcio afetando, dessa forma, toda a formação óssea, provocando a queda dos dentes e osteoporose.

8.3.1.12- Cianeto

As fontes industriais de cianeto são: galvanização, cimentação, banhos para clarificação de metais, refinação de ouro e prata, lavadores de gás para processos piréticos (coqueificação, refinação, alto-forno), borracha, fibras acrílicas, indústrias de plástico, intermediários de processos químicos.

O ácido cianídrico está pouco dissociado nas águas, quando possuem um pH igual ou maior a oito.

A toxidez, em termos de íon cianeto, deve levar em consideração que a maior parte do cianeto está na água, na forma de ácido cianídrico. Evidentemente, a toxidez do íon cianeto depende dos valores do pH, o que significa que em uma determinada concentração pode ser inócua em um pH 8, todavia torna-se nociva, quando este valor diminui para níveis inferiores a seis.

Nos cursos de água natural, o cianeto deteriora-se ou é decomposto por ação bactericida. Assim, pode-se esperar que concentrações excessivas diminuam com o tempo. A degradação bioquímica do cianeto é pouco afetada, quando a temperatura está na faixa de 10 a 35°C. Todavia, a uma temperatura maior ou menor, a sua decomposição procede-se muito mais rapidamente.

Cloração apropriada com residual de cloro livre, sob condições neutras e alcalinas, reduz os níveis de cianeto abaixo dos valores recomendados (< 0,2 mg/L).

A quantidade segura de ingestão de cianetos, para seres humanos, tem sido

estimada em aproximadamente 18 mg/dia (máxima). Nos limites de ingestão, o cianeto é prontamente convertido em tiocianato no corpo humano e, desta forma, é muito menos tóxico ao homem.

O organismo humano normalmente aceita pequenas quantidades de substâncias que contenham cianeto (palmito, alface, repolho etc.). O íon cianeto CN, exceto por uma pequena porção exalada, é transformado, no fígado, em sulfeto, complexo não tóxico (SCN, tiocianato), sendo eliminado irregularmente e vagarosamente pela urina. Não há provas de que o CN seja acumulado no organismo.

Ao ser despejado em um corpo de água, sua avidez por oxigênio faz com que o cianeto CN se oxide a cianato CNO e outras formas, as quais são 100 vezes menos nocivas que o cianeto. Desta maneira, elimina todo traço de vida que dependa de oxigênio, por asfixia.

No organismo humano, ataca por ingestão ou inalação. A hemoglobina do sangue opera por dois mecanismos básicos, que garantem a vida dos tecidos. Oxigenada nos pulmões, transforma-se no composto instável oxihemoglobina, a qual é transportada para os tecidos, através das artérias. Em contato com os tecidos, esta cede seu oxigênio para os mesmos, os quais lhe cedem gás carbônico. Nesta nova forma, é chamada de carboxihemoglobina, sendo transportada através das veias para os pulmões, onde o ciclo se repete.

Quando o ser humano inala ou ingere um composto cianetado, a hemoglobina forma substância altamente estável, o cianohemoglobina. Por ser estável, essa substância não permite que ocorra a troca descrita anteriormente, levando a vítima à redução de suas capacidades físicas, progressivamente, até o óbito. O processo de envenenamento pode ser relativamente lento, ou muito rápido, levando apenas dois minutos.

8.3.1.13- Cobre

O cobre que o sanitarista aplica constitui-se em um elemento altamente nocivo e poluidor nas águas de tratamento para controle de algas.

Na forma de cloreto, sulfato e nitrato são muito solúveis na água, não acontecendo o mesmo quando se apresenta como carbonato, hidróxido, óxido e sulfeto.

Os íons de cobre, que se encontram a um pH igual ou maior do que sete nas águas naturais, precipitam como carbonatos e hidróxidos e são assim removíveis por adsorção ou sedimentação.

No organismo humano, o cobre deposita-se na espinha, sendo responsável por inúmeros casos de doenças na coluna, não aparentes em radiografia, mas que podem

levar a deformações permanentes em seus portadores, podendo causar também danos funcionais ao fígado e rins.

8.3.1.14- Cromo

Sais de cromo são raramente encontrados nas águas naturais de modo que, quando estão presentes na água, são oriundos de poluição por despejos industriais. Os sais de cromo hexavalente ou trivalente, que somados dão o cromo total, são largamente usados nas operações de niquelagem e cromagem de metais, corantes, explosivos, cerâmicas, papel, despejos de curtumes e de circulação de águas de refrigeração, quando é usado no controle da corrosão.

A dose tóxica para o homem seria de 0,5 mg de bicromato de potássio. Até o presente, são desconhecidos os valores de íon cromato que podem ser tolerados pelo homem, por um longo período de tempo, sem efeito adverso sobre a saúde.

Também não se sabe se resultará em câncer a ingestão de cromo em qualquer de suas valências, sendo que o cromo trivalente é dez vezes menos nocivo que o cromo hexavalente; já o cromo hexavalente é altamente tóxico, afetando seriamente os rins e o sistema respiratório.

Embora não estejam claramente definidos estudos sugerem que a ingestão máxima de cromo, não seja superior a 0,05 mg/l, para evitar risco à saúde.

8.3.1.15- Fenol

Os compostos fenólicos são definidos como hidróxidos derivados do benzeno e dos seus núcleos condensados. As origens dos compostos fenólicos são os despejos industriais; a hidrólise e oxidação fotoquímica dos pesticidas organofosforados e carbamatos; a degradação microbiana de herbicidas, como os ácidos fenoxialquílicos e as substâncias naturais.

Alguns compostos fenólicos são suficientemente resistentes a degradação microbiológica e são transportados a longas distâncias pela água.

Os fenóis afetam a qualidade da água de muitas maneiras. Talvez o maior prejuízo ocorra nos sistemas públicos de abastecimento de água, em que traços de compostos fenólicos (usualmente menor do que 1 mg/l) afetam as propriedades organolépticas da água para consumo humano.

Por exemplo, o o-cresol tem um limite de sabor a uma concentração de 0,55 mg/L, o m-cresol a 0,25 mg/L e o p-cresol a 0,26 mg/L, mas os valores para os compostos clorados são para 2-cloro-fenol a 2 ug/l; para o 4-clorofenol a 259 ug/l. Geralmente os compostos fenólicos não são eficientemente removidos pelo tratamento convencional.

Provoca cheiro e sabor desagradáveis na água potável, em concentrações mínimas de 50 a 100 ppb. Se a água potável é clorada, então 5 ppb darão mau gosto.

3.2.16. Ferro Solúvel (Fe^{2+})

O ferro é fator limitante à vida de certas bactérias que o utilizam como matéria oxidável, transformando o carbonato ferroso em férrico. Para outros organismos aquáticos, sobretudo os vegetais, ele é um elemento essencial para a sobrevivência, sendo encontrado em abundância no meio. O ferro em estado reduzido (Fe^{2+}) é bastante freqüente nas águas subterrâneas.

Existem bactérias que são capazes de oxidar o ferro ou manganês podendo, indiretamente, promover alterações da cor das águas.

As águas ferruginosas permitem o desenvolvimento das chamadas ferrobactérias. Essas bactérias são encontradas principalmente na rede de distribuição, nos filtros e poços profundos. Na rede de distribuição, são freqüentemente encontradas nas zonas de pequena circulação de água.

Essas bactérias transmitem à água odores fétidos e cores avermelhadas, verdes escura ou negras. Além dessas circunstâncias que, muitas vezes, tornam a água imprópria ao consumo, as ferrobactérias obstruem as canalizações, pela formação de precipitados, também provocando manchas em sanitários e roupas.

8.3.1.17- Fluoretos

Quando a concentração de fluoreto em água potável ultrapassa 1,5 mg/l de flúor, provoca mancha nos dentes. Contudo, os efeitos tóxicos ocorrem somente em quantidades muito maiores, pois são necessários 230 mg de fluoreto de sódio, como dose tóxica, e 4000 mg, como dose letal.

Outros efeitos encontrados na ingestão de flúor acima dos Limites recomendados são:

- alterações da estrutura óssea pela ingestão de água, contendo de 8 a 20 mg/l de fluoreto, durante um longo período de tempo;
- inutilização por fluorose, quando 20 ou mais miligramas são consumidos por dia, durante mais de 20 anos;
- morte, quando de 2250 a 4500 mg de fluoreto são consumidos numa única dose.

3.2.18. Manganês Solúvel (Mn^{2+})

O manganês apresenta um comportamento semelhante ao ferro. O manganês no estado reduzido (Mn^{2+}) é mais freqüente nas águas subterrâneas do que nas águas superficiais. A causa disto é que o oxigênio, presente nas águas superficiais, oxida o manganês a uma forma menos solúvel, o óxido de manganês hidratado.

Existem duas razões para limitar a concentração do manganês nas águas de consumo humano:

- prevenir os prejuízos de ordem estética e econômica;
- evitar efeitos fisiológicos adversos, devido ao seu consumo excessivo.

8.3.1.19- Níquel

O cianeto CN^- combinado com níquel, forma o níquel-cianeto. A quantidade de 1 mg/l de cianeto, combinado com níquel é mais tóxica, em um pH baixo, do que 1000 mg/l do mesmo complexo a um pH 8, condição em que sua toxidez passa a ser desprezível.

Juntamente com seu gêmeo cobalto, deposita-se no cérebro e no sistema nervoso central, provocando uma série de doenças de caráter irreversível, em termos de coordenação motora, cegueira, problemas auditivos, podendo levar a algumas formas de paranóia.

8.3.1.20- Prata

Não é encontrada com freqüência nas águas naturais. Muitos dos seus sais são insolúveis e não é elemento abundante na natureza. As indústrias de artigos de prata, galvanoplastias, fabricantes de tintas, fotografias, contribuem com seus despejos para adicionar traços de prata às águas naturais. Seu efeito é cumulativo, sendo que a dose letal para o homem é de 10 g de nitrato de prata.

O principal efeito da prata no corpo humano consiste numa descoloração permanente da pele, olhos e mucosa.

8.3.1.21- Selênio

É utilizado na sua forma elementar e na de sais. Tem muitas aplicações industriais, tais como: pigmentos para pinturas, tinturaria, fabricação de vidros componentes de retificadores e semicondutores, células fotoelétricas e outros.

A toxidez do selênio assemelha-se à do arsênio e, se a exposição for

suficientemente demorada, pode causar a morte. Os sais de selênio são rápida e eficientemente absorvidos pelo trato intestinal e eliminados em grande quantidade pela urina. A retenção é alta no fígado e nos rins.

Exposição crônica conduz a pronunciada palidez, manchas vermelhas nos dedos, dentes e cabelos, debilidade, depressão, hemorragia nasal, distúrbio gastrintestinal, dermatite e irritação no nariz e na garganta. Tanto a exposição aguda, como a crônica, pode provocar um hálito semelhante ao do alho.

3.2.22. Sulfato

Os sulfatos encontram-se nas águas, como resultado da lixiviação do gesso e de outros minerais comuns. Também são produzidos como resultado final da oxidação dos sulfetos, sulfitos, tiosulfatos e da matéria orgânica no ciclo do enxofre, que por sua vez, são fontes de energia para as sulfobactérias, que transformam os sulfitos em sulfatos.

Tanto o sulfato de sódio como o de magnésio são laxativos, bem conhecidos, obtendo-se a seguinte conclusão: quando uma água contém cerca de 750 mg/l de sulfato, possui ação laxativa, não tendo este efeito em concentrações inferiores a 600 mg/l.

A formação de gás sulfídrico deve-se à oxidação dos sulfatos presentes em ambientes aeróbios.

3.2.23. Sulfeto

O gás sulfídrico (H_2S) ou sulfeto (S^{2-}) pode ser decorrente da poluição industrial como, por exemplo, de fábricas de papel, de refinarias, de óleos, de curtumes e outros. Este gás é tóxico, corrosivo e causa sérios problemas de odor e sabor.

A maior parte dos sulfetos, sendo agentes fortemente redutores, também é responsável por uma demanda imediata de oxigênio dissolvido nos cursos de água. Os sulfetos também impedem a floculação nas estações de tratamento de água e provocam manchas e fixações.

Concentrações menores que 1 mg/l podem causar odor característico. O gás sulfídrico pode ser removido pelos processos de aeração.

8.3.1.24- Zinco

O zinco é empregado em materiais galvanizados, fios elétricos, pigmentos para pinturas, cosméticos, produtos farmacêuticos, inseticidas, podendo encontrar-se em muitos resíduos industriais.

Alguns sais de zinco como: cloreto de zinco, sulfato de zinco são muito solúveis

em água. Outros sais de zinco como carbonato de zinco, hidróxido de zinco, óxido de zinco, sulfeto de zinco são insolúveis na água e, por isso, algumas quantidades de zinco podem ser removidas por decantação nos processos de tratamento de água. Salienta-se que a solubilidade do zinco é variável, dependendo do pH e da alcalinidade.

No corpo humano, causa falhas no crescimento e perda do paladar.

8.3.1.25- Etileno Glicol

É utilizado como anti-congelante em radiadores de veículos. A ingestão pode causar dor abdominal; vômito; fraqueza; vertigem e depressão no sistema nervoso central.

8.3.1.26- Tricloroetano e Tricloroetileno

São utilizados como agentes de limpeza a seco e desengraxantes. Podem provocar depressão do sistema nervoso central, agilidade diminuída, dores de cabeça, sonolência, perda de consciência, alterações renais, fluxo de urina diminuído, inchaço (especialmente ao redor dos olhos) e anemia.

8.3.1.27- Ácido 2,4 – diclorofenoxiacético

São utilizados como herbicidas para controle de vegetação e podem causar fraqueza ou entorpecimento de braços e pernas, danos neurológicos a longo prazo e erupções na pele.

8.3.1.28- Etnos Clorados; DDT e Lindano

São utilizados como defensivos agrícolas e podem causar sintomas agudos de depressão, irritabilidade, vertigem, perda de equilíbrio, tremores, e convulsões.

8.3.1.29- Ciclodienos (Aldrin, Clordano, Dieldrin e Endrin) e Clorociclohexanos

São utilizados como defensivos agrícolas e podem causar sintomas agudos de depressão, irritabilidade, vertigem, perda de equilíbrio, tremores e convulsões, danos renais e toxicidade crônica. O clorociclohexano pode causar anemia.

8.3.1.30- Organofosforados (Diazanon, Dimetoato, Triclorfon, Malation, Metil Paration, Paration Carbamato, Baygon e Zectran)

Todos podem causar uma cadeia de reações internas que conduzem ao bloqueio neuromuscular.

Os sintomas agudos incluem dores de cabeça, fadiga, vertigem, salivação aumentada e lacrimejamento, suor em profusão, náusea, vômitos, câimbras, diarreia, tensão no tórax e contração muscular.

8.3.1.31- Bifenilas Policloradas (PCB)

São utilizadas em transformadores elétricos e outros usos industriais. Podem causar várias doenças de pele, inclusive erupções, toxicidade crônica e é carcinogênica.

8.3.1.32- Tetracloreto de Carbono; Clorofórmio; Brometo de Etila; Cloreto de Etila; Dibrometo de Etileno; Cloreto de Metila; Metil Clorofórmio; Cloreto de Metileno; Tetracloroetano; Tetracloroetileno; Tricloroetileno e Cloreto de Vinila

Podem causar depressão do sistema nervoso central, diminuição de reflexos, dores de cabeça, sonolência, perda de consciência, alterações renais, inchaço (especialmente ao redor dos olhos), anemia, icterícia e cansaço.

9. Gerenciamento de Crise Ambiental

9.1- Riscos Ambientais

O gerenciamento de riscos ambientais é precedido por uma série de processos de avaliação das conseqüências de eventos capazes de impactar a saúde pública e o meio ambiente. Tais conseqüências poderão ser danos que se tornam presentes, em cada cenário sob estudo, a curto, médio e longo prazo. Explosões, incêndios, derramamentos e emissões imediatas de substâncias tóxicas causadas por acidentes são exemplos do primeiro tipo de conseqüências (Figura 9.1). A exposição de uma determinada comunidade a poluentes do ar atmosférico em áreas urbanas industriais caracteriza conseqüências que se instalam a médio e em longo prazo (PETTS, 1997).

Dependendo do tipo de cenário analisado e de substâncias, materiais e energia envolvidos nos mesmos, é possível o emprego de diversas metodologias analíticas capazes de estimar as conseqüências em função do risco que lhes é inerente. Riscos são geralmente definidos em termos de probabilidade de ocorrência de eventos indesejáveis associados à magnitude dos danos acarretados, uma vez ocorridos tais eventos.

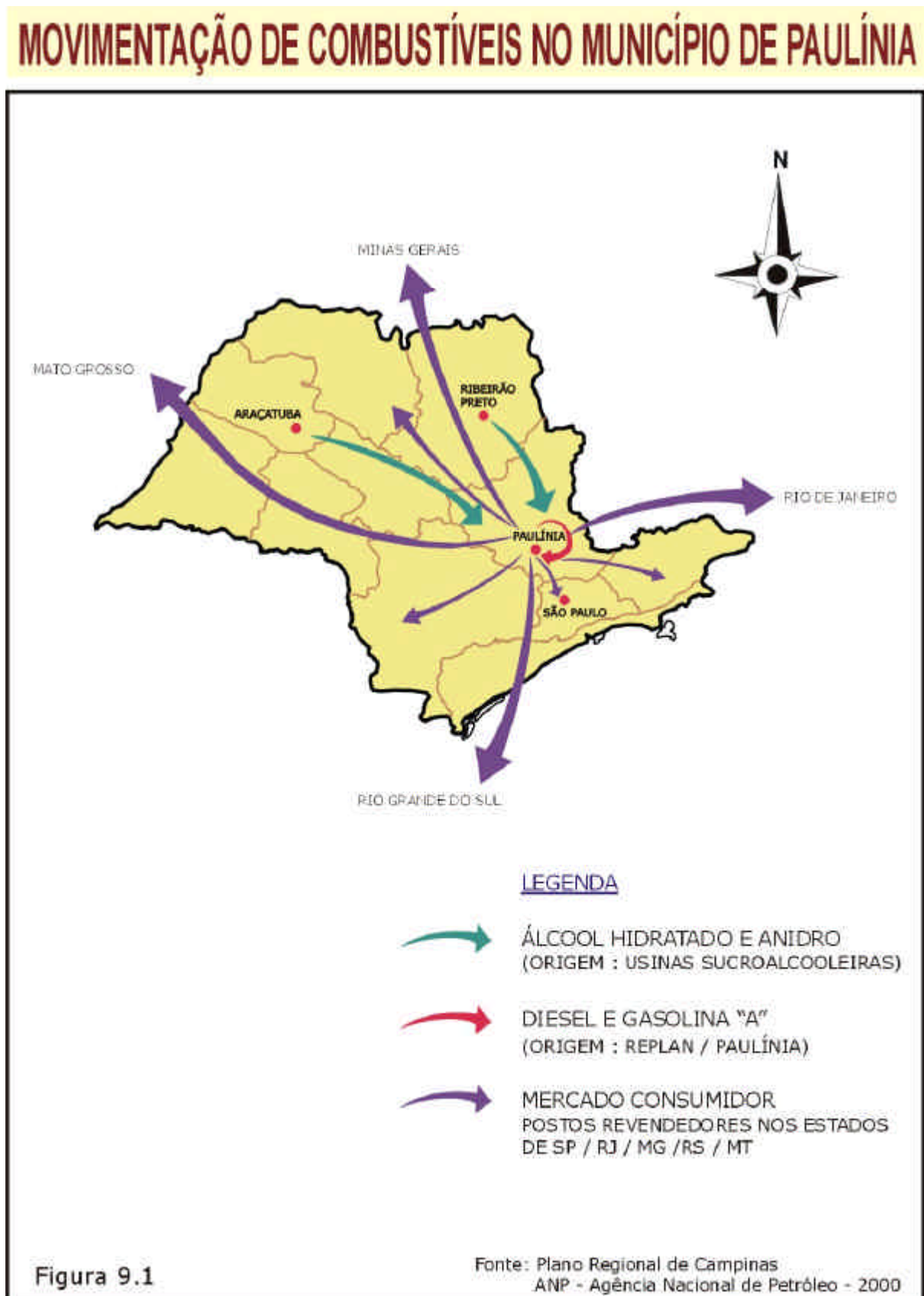
Associando probabilidades e magnitude de danos, poderemos conceituar os riscos em três níveis possíveis (PETTS, 1997):

negligenciáveis: probabilidades e magnitudes de pequena monta.

gerenciáveis: probabilidades e magnitudes controláveis de maneira a serem aceitas pela comunidade.

não toleráveis: probabilidades e magnitudes as quais, uma vez associados, não são aceitáveis pela comunidade, exigindo-se ações que as minimizem.

Figura 9.1- Movimentação de Combustíveis no Município de Paulínia



A percepção desses riscos por parte do público sobre seus níveis relativos depende da validade da informação técnica, de preconceitos, de influência de falácias e de outros fatores. Na realidade, dependem do tipo de comunicação envolvida (PETTS, 1997).

9.2- Importância da Comunicação de Riscos e Problemas Ambientais

Um componente da mais alta importância no processo do gerenciamento de conflitos ambientais, tanto no Brasil como em outros países, tem sido, e é provavelmente ainda o será por mais alguns anos, a questão comunicacional entre os vários atores participantes, voluntários ou não, daquele processo (USP-FSP, 1998).

Sabe-se que dentro de um sistema social existente, as pessoas, individualmente ou em grupo, desempenham papéis ou exercem conjuntos específicos de comportamentos ditados pelas regras de convivência ou por outras imposições dos sistemas dos quais participam. Tais comportamentos sofrem diversos tipos de influências geradas intencionalmente ou de modo fortuito. Os entrecosques podem ocasionar situações conflitantes às vezes desconfortáveis. No caso, vale lembrar que o conhecimento da composição e do funcionamento de um sistema social é útil para a elaboração de previsões sobre como os membros interdependentes desse sistema comportar-se-ão em determinada situação comunicacional (USP-FSP, 1998).

O entendimento, pelos técnicos, da distinção entre riscos não toleráveis, gerenciáveis e negligenciáveis, irá lhes fornecer insumos para o seu processo de comunicação dos mesmos. Entretanto, sua aceitabilidade pelo público leigo é um problema do seu particular juízo de valores e não da informação proveniente do grupo técnico. No caso, poderá ser proveitoso um exercício de comparação de riscos dentro do processo comunicacional (USP-FSP, 1998).

Na realidade, toda a comunicação ocorre em um contexto cultural e o conhecimento deste é um insumo importante para o planejamento das atividades comunicacionais da empresa. Adicionalmente, temos consciência de que comunicação interpessoal envolve previsões, por parte da fonte e do receptor, sobre as respostas às mensagens. Todo comunicador leva consigo a imagem do receptor. E leva em conta o receptor (na forma que imagina) ao produzir a mensagem. Antecipa as possíveis respostas do receptor e procura prevêê-las antecipadamente (USP-FSP, 1998).

Estas imagens influenciam seus próprios comportamentos comunicacionais. A criação de expectativas pela fonte sobre o receptor tem contrapartida na criação de expectativas pelo receptor quanto à fonte. Por exemplo, o receptor poderá selecionar as mensagens e as atenderá em parte por causa da imagem que faz da fonte. É o caso da

imagem que pode fazer o público em relação à empresa e ao governo devido a um problema ambiental possivelmente gerado pela primeira instituição. Como fontes e receptores, temos expectativas sobre uns e sobre outros que influenciam o projeto e o desempenho de um sistema comunicacional. E se realmente criamos expectativas temos de fato a capacidade de projetar-nos dentro das condições internas dos outros, ou seja, capacidade de empatia. Mas, na verdade, nós diferimos em capacidade empática.

Alguns de nós somos melhores prognosticadores que outros. Além disso, fazemos mais que agir e reagir. Criamos sobre os outros, expectativas que influenciam nossas ações antes mesmo de as executarmos (USP-FSP, 1998).

No processo brasileiro de gerenciamento é claramente constatável a deficiência de usos adequados da comunicação de risco de problemas. Empresas não percebem muitos dos efeitos impactantes de suas ações sobre o meio bio-geo-físico e sócio-econômico.

Organizações governamentais de controle ambiental muitas vezes não percebem as boas intenções e as ações efetivas da empresa para otimizar seus impactos. Os promotores de justiça freqüentemente não dispõem de sistemas interpretativos confiáveis da relação causa/efeito de problemas ambientais. O grande público geralmente não confere muita credibilidade aos outros atores citados e desenvolve os mais variados preconceitos. O resultado é o desenvolvimento de estratégias de ação anteriormente tidas como alternativas confiáveis (USP-FSP, 1998).

Os Estados Unidos e a Holanda têm programas específicos para a comunicação de risco para identificação e gerenciamento de locais contaminados. A agência de Proteção Ambiental Americana identificou os seguintes e principais benefícios com o envolvimento do público: (a) as comunidades freqüentemente são capazes de suprir os órgãos envolvidos com valiosas informações, bem com histórias e condições dos locais, e (b) essas informações possibilitam ao órgão de controle local, identificar em algumas vezes o responsável por tal ação bem como as medidas de remediação necessária para minimizar o problema da comunidade (USEPA, 1988d). O Departamento de Defesa Norte Americano desenvolveu um programa de demonstração da comunicação do risco, com ênfase na importância do treinamento das equipes de avaliação da comunicação de risco, com o envolvimento de representantes da comunidade e partes interessadas na decisão do risco, para um melhor entendimento das componentes envolvidas bem como a percepção a respeito dos riscos de contaminação em geral (KLAUENBERG&VERMULEN, 1994).

9.3- Análise de Risco

BERNARDES JUNIOR, 1995, cita uma das situações mais críticas em uma situação de contaminação ambiental é a definição do que é “limpo”. Até a década de 70 em todo o mundo, esta resposta era dada exclusivamente por padrões de qualidade de água ou de ar estabelecidos pela legislação, sem se levar em conta o contexto onde o problema ocorria, e sem considerar a presença de compostos orgânicos tóxicos. Como forma de solucionar isto, a agência americana de controle (USEPA), introduziu no começo da década de 80, o conceito de análise de risco ambiental, onde de forma adicional aos padrões legais de qualidade, se introduz a análise do contexto onde ocorre o problema e de forma detalhada os efeitos de cada substância tóxica presente ou potencialmente presente.

O “Risk-Based Corrective Action” (RBCA) é uma ferramenta auxiliar de tomada de decisões aplicado à contaminação de solos e águas subterrâneas que tem por base a proteção da saúde humana e recursos ambientais (ASTM-1995). As práticas tradicionais de remediação foram incorporadas a avaliação de risco com o objetivo de instrumentalizar a priorização de locais e a escolha do grau de remediação em função dos riscos que apresentam aos habitantes próximos à contaminação. A alocação de recursos dessa forma fica embasada em critérios científicos com a garantia da proteção aos indivíduos envolvidos (receptores).

O RBCA pode ser descrito por uma série de passos, que cobrem desde a coleta de dados até o monitoramento após a remediação do local. A Figura 9.2 apresenta, segundo a ASTM, o diagrama de fluxo das etapas do RBCA.

Dentre os passos, existem três etapas de avaliação propriamente dita do local, que são acessadas à medida que seja apontada a necessidade de estudos mais aprofundados do espaço contaminado. As Etapas ou “Tiers 1,2 e 3” como usualmente é citada, vão aumentando conforme o grau de complexidade dos cálculos, refinamento dos modelos usados e dados requeridos. Essa modulação permite que a avaliação de cada local seja personalizada garantindo maior otimização e menores custos, uma vez que as características podem variar muito em termo de complexidade.

A avaliação de risco é usada para definir os limites toleráveis das concentrações de contaminantes no local, para que o risco não seja extrapolado no ponto de exposição. Portanto, todo o processo se baseia em comparações entre as concentrações existentes previstas com base no risco. A seleção dos níveis de remediação é feita com base nesse gradiente de concentrações. Os parâmetros comparativos são as concentrações alvo que não podem ser extrapoladas na fonte (FINOTTI, 1997).

O risco só existe quando associado a uma fonte de contaminação, a um mecanismo de transporte ou exposição e a um receptor. O tipo de mecanismo de transporte ou exposição refere-se às vias pelas quais o contaminante ou contaminantes chega até o receptor. Desta maneira devem ser identificados em cada meio (ar, solo e água), para cada receptor estudado. A Figura 9.3 apresenta os mecanismos de transporte avaliados no RBCA, através das vias como ingestão, contato dermal e inalação que podem afetar receptores dentro ou fora do local contaminado.

A via de contato é a rota (direta ou indireta) no ambiente através da qual os contaminantes podem ser transferidos para os receptores. Os receptores (também denominados alvos ou pontos finais) são pontos nos quais os danos poderão ocorrer se o contaminante estiver presente em um nível suficiente para representar um risco. Então é de se esperar que, para existir um risco (isto é, a probabilidade de ocorrer um evento danoso) e assim ser necessário algum nível de intervenção ou gerenciamento, a cadeia entre a fonte, via de contato e receptor deve estar completa. Se isso é verdade, em algum local onde existem contaminantes presentes, em concentrações maiores que os níveis de fundo ou qualquer valor de referência, pode não existir risco, caso não exista uma via de contato pela qual o contaminante possa atingir um receptor sensível na área ou no seu interior (PEDRO P. DE CASTRO-NETO, Comunicação Pessoal).

Fig 9.2- Fluxograma RBCA – Risk Based Corrective Action
 Fonte: EPA, 1996.

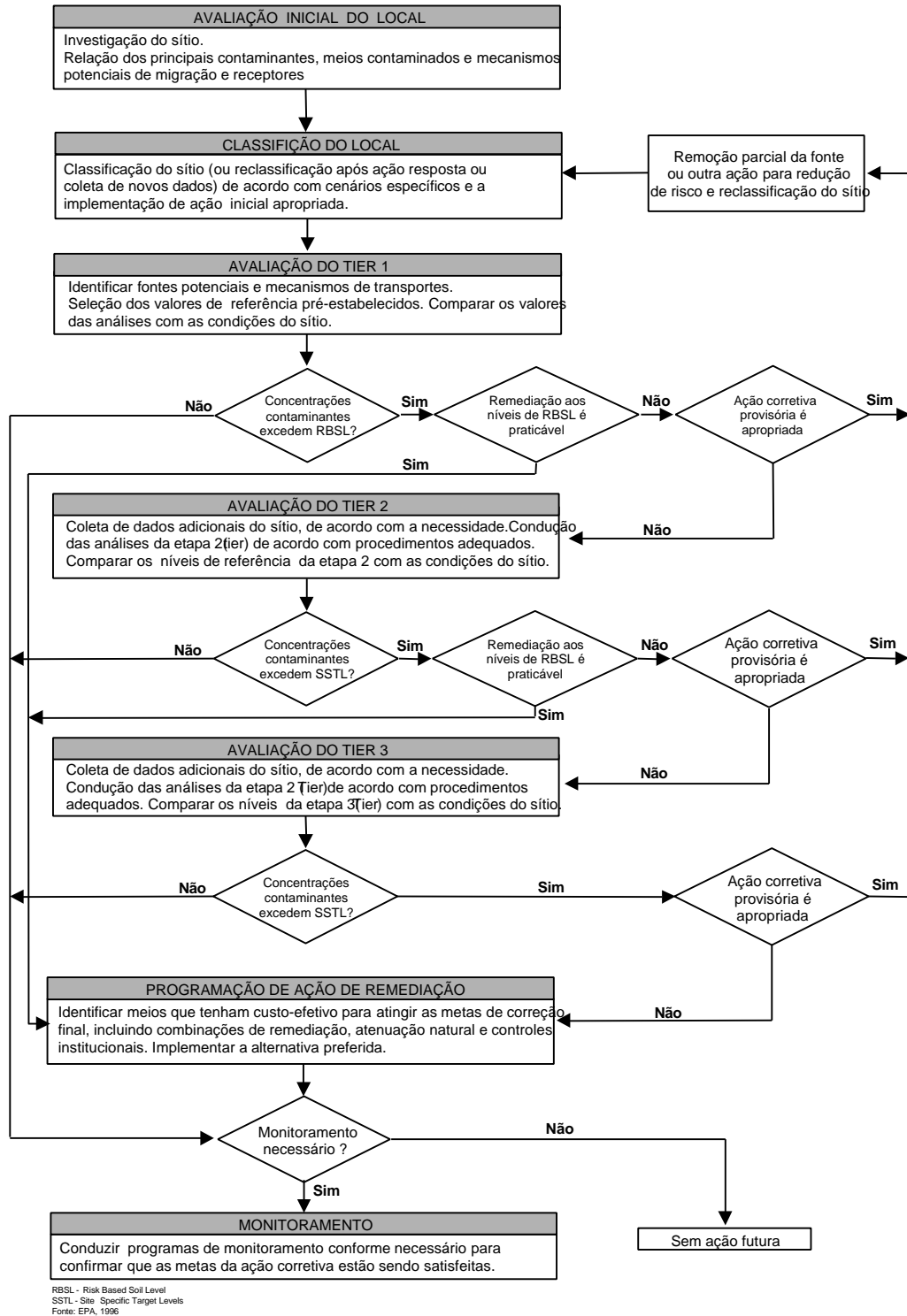
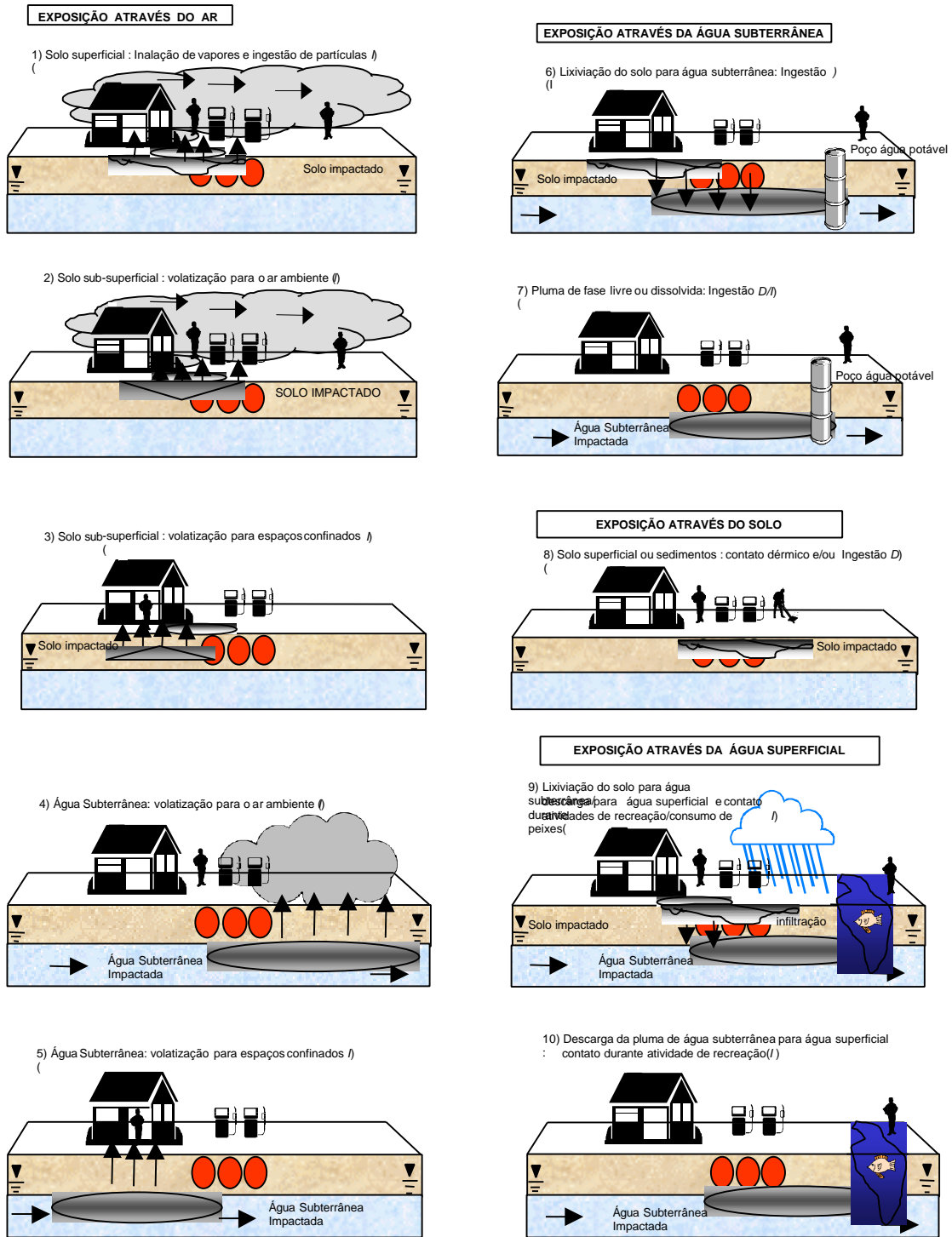


Figura 12 - Fluxograma do RBCA (ASTM)

Figura 9.3- Mecanismos de Transportes de Poluentes



NOTA: Tier 1 assume-se que o ponto de exposição esta no local. No Tier 2 e 3 assume-se que o ponto de exposição pode estar dentro ou fora do local

- Ponto potencial de exposição humana(dentro ou fora do local)
- Ponto potencial de exposição ecológica
- Trabalhadores de eventuais obras
- (D) Caminho de exposição direta
- (I) Caminho de exposição indireta

10. Gerenciamento de Áreas Contaminadas

Ao longo das últimas décadas, o aparecimento de áreas contaminadas transformou-se em um dos mais relevantes problemas ambientais vividos atualmente pelos países industrializados. Face aos problemas e impactos que os mesmos trazem à saúde pública, aos recursos hídricos, ao solo e ao patrimônio, uma série de países vem adotando políticas específicas para o gerenciamento e controle desses locais. Tais políticas contemplam normalmente o estabelecimento de legislações específicas e de inventários de locais contaminados e suspeitos de contaminação, bem como o desenvolvimento de tecnologias de remediação e a criação de fundos que subsidiem a remediação de áreas consideradas prioritárias.

Segundo CUNHA (1997), o Estados Unidos , foi um dos países pioneiros na implantação desta ferramenta, estabelecendo em 1980 a primeira legislação sobre o tema – o CERCLA – “ Comprehensive Environmental Response, Compensation and Liability Act” conhecido como “Superfund”, contando com investimentos de US\$ 1,6 bilhão, para um período de 5 anos, distribuídos em projetos de remediação de locais potencialmente críticos nos EUA. Tais recursos eram provenientes de taxas aplicadas sobre óleo cru e aproximadamente 42 diferentes tipos de produtos químicos.

A regulamentação do “Superfund” deu-se através de dispositivo legal pelo NCP – “National Oil and Hazardous Substances Pollution Contingency Plan” (U.S.EPA. 1982) , consubstanciado em uma legislação onde são definidas as diretrizes gerais para a condução da remediação dos locais definidos no “Superfund”.

Em 1986 foi promulgado o SARA – “Superfund Amendments and Reauthorization Act”, disponibilizando mais de US\$ 8,5 bilhões para o programa de remediação e mais US\$ 500 milhões a serem aplicados na remediação de locais inseridos no “Superfund”.

Atualmente, além do programa federal, gerenciado pela agência ambiental (Environmental Protection Agency – EPA), diversos estados americanos possuem programas próprios de controle de áreas contaminadas, a maioria dos quais estão voltados para a recuperação de locais contaminados por vazamentos de combustíveis oriundos de tanques de armazenamento subterrâneo ou pela disposição de resíduos (CUNHA, 1997).

Até dezembro de 1994, de um total de 38.000 áreas contidas no inventário do programa do “Superfund” (identificado como CERCLIS – CERCLA, Information System) – Comprehensive Environmental Response, Compensation and Liability Act, 1980(USA), 1.355 áreas haviam sido relacionadas na lista de áreas prioritárias (National Priorities List – NPL), para 993 havia sido tomada uma decisão de remediação e para 278 as ações de remediação haviam sido implementadas (KOVALICK & KINGSCOTT, 1995).

No Canadá, um programa nacional de recuperação de áreas contaminadas foi instituído em 1989, através do Canadian Council of Ministers of the Environment (CCME). Este programa, inicialmente, contava com US\$ 250 milhões, sendo 50% proveniente do governo federal e o restante das províncias e territórios. Do total de recursos disponíveis, US\$ 200 milhões são destinados à remediação de locais e US\$ 50 milhões para o desenvolvimento de tecnologia. Até o fim do ano fiscal 1992/1993, oito províncias haviam assinado acordos de adesão ao programa (CCME, 1993).

Na Europa surge um movimento de incentivo às ações no sentido de minimizar os impactos negativos advindos da existência de áreas contaminadas, tendo essas ações se iniciado nos países do oeste.

A Holanda, já no início da década 80 possuía um inventário com mais de 4.000 áreas potencialmente contaminadas. Em 1981 ao redor de 350 investigações e 30 operações de remediação haviam sido iniciadas a um custo estimado de US\$ 20 milhões (KINGSBURY & BINGHAM, 1992). As principais fontes de poluição do solo identificadas naquele momento estavam associadas às áreas de disposição de resíduos e antigas indústrias desativadas.

O primeiro caso de destaque neste país, foi relativo à observação da contaminação do solo em uma área residencial na cidade de Lekkerkek. Escavações realizadas, revelaram a presença de resíduo provenientes de diferentes atividades industriais, contaminando o solo inclusive sob as casas. O solo contaminando foi removido, aproximadamente 93.000 m³, e processado em incinerador para resíduos domiciliares existente em Roterdã. O custo desta intervenção, ao redor de US\$ 65 milhões, foi pago pelo governo central (KINGSBURY & BINGHAM, 1992).

Em 1983 foi promulgada uma lei específica para o tema (Soil Cleanup Act) na qual as províncias deveriam submeter atualmente ao Ministério de Habitação Planejamento Físico e Meio Ambiente, um programa para remediação para os casos mais graves de contaminação do solo existentes em cada província. Posteriormente esta lei foi incorporada à lei de proteção do solo, a qual tem por base a manutenção de padrões de qualidade que assegurem os múltiplos usos do solo (KINGSBURY & BINGHAM, 1992).

Os custos de remediação são financiados pelo governo central, pela província, pelos municípios e pelos responsáveis. Em 15 anos foram destinados US\$ 700 milhões pelo governo central para ações de remediação, investimento em pesquisa, desenvolvimento de padrões e coordenação das ações envolvidas no processo de remediação (KINGSBURY & BINGHAM, 1992).

Atualmente a Holanda dispõe de uma significativa infra-estrutura instalada, considerando-se empresas especializadas e mão-de-obra qualificada. Desta organização

resultou a remediação de 200 áreas nos últimos 10 anos e a investigação de outras 1.200 áreas (SEPA, 1995).

Na Alemanha, até o final do ano de 1993, 138.722 áreas suspeitas de contaminação haviam sido registradas pelos estados (UBA, 1995), das quais 85.033 eram decorrentes de antigas áreas de disposição de resíduos e 53.689 decorrentes de áreas contaminadas abandonadas.

Neste país, a exemplo do que ocorre na Holanda, é bastante elevado o número de empresas e profissionais atuando no setor, havendo um grande número de tecnologias de remediação disponíveis. Embora a lei federal de proteção do solo ("Bodenschutzgesetz") ainda esteja em discussão, inúmeros estados possuem suas próprias legislações. Segundo (KNOPP, 1992), os seguintes estados possuíam legislações próprias, após a reunificação da Alemanha: Baden-Württemberg, Bayern, Bremen, Hamburg, Hessen, Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz, Sachsen, Sachsen-Anhalt e Thüringen.

Na Bélgica, a região de Flandres estabeleceu um procedimento de atuação para caracterizar e, eventualmente, remediar áreas contaminadas, tendo também promulgado uma lei específica para áreas contaminadas em fevereiro de 1995. Tais medidas foram observadas em função do número crescente de áreas potencialmente contaminadas observadas naquela região. O inventário mantido pela agência pública de resíduos de Flandres havia cadastrado no início de 1995 ao redor de 2.000 áreas potencialmente contaminadas, das quais 1000 antigas áreas de disposição de resíduos, 800 antigas áreas industriais, 50 novos aterros, 100 indústrias e 150 locais com diferentes fontes de poluição (VAN DICK, 1995).

Na Dinamarca, as ações de remediação têm sido conduzidas em 600 áreas nos últimos 10 anos. O país possui uma boa infra-estrutura para acompanhamento dessas ações, havendo um quadro de aproximadamente 150 especialistas ligados aos órgãos da administração pública (SEPA, 1995).

O início dos trabalhos de avaliação de solos contaminados na Finlândia começaram em 1985, com estudos de impactos ambientais em áreas de deposição de resíduos. No final de 1989 foi estabelecido um projeto visando investigar a extensão da contaminação do solo e propor medidas de remediação. Até 1995 continham um cadastro contendo 10.400 áreas, das quais 650 comprovadamente estavam contaminadas. O número previsto de áreas que provavelmente precisarão ser remediadas nos próximos 20 anos é de 1.200, sendo 800 antigas áreas industriais e 300 antigas áreas de deposição de resíduos (PUOLANE & SEPPANEN, 1995). Estes autores estimam que se não surgirem novas áreas com igual necessidade de remediação, os custos para remediar as áreas

atualmente identificadas deverá atingir o montante de US\$1,2 bilhões, devendo parte destes recursos provir de fundos municipais e federais, cada qual contribuindo com US\$ 240 milhões ao longo de um período de 20 anos. O restante dos recursos deverá advir dos causadores da poluição ou atuais proprietários dessas áreas.

No que se refere aos aspectos legais, estes estão considerados na legislação de resíduos sólidos, onde o princípio do poluidor-pagador é aplicado, seguindo-se a responsabilização do proprietário. Uma vez estes não sejam capazes de assumir os custos da remediação, o município deve fazê-lo, contando com o auxílio do governo. Nas transações comerciais o proprietário é responsável pela identificação da contaminação na propriedade, devendo comunicá-la ao comprador.

A Suécia, através de sua agência federal de proteção ambiental, recentemente acordou um plano de ação onde estabelece as bases e diretrizes para a remediação de áreas contaminadas, assim como metas, até o ano 2035. Tal ação justifica-se pela existência 7.000 áreas potencialmente contaminadas, das quais 2.000 são suspeitas ou confirmadamente contaminadas. Como metas a médio prazo, foi definida a investigação detalhada dos 200 locais considerados mais seriamente contaminados e a remediação de metade das áreas onde, após avaliação, esta seja considerada necessária. Neste processo, os municípios são responsáveis pela condução dos inventários, pelas investigações e coordenação da remediação, cabendo à agência de proteção ambiental a coordenação central, o planejamento geral, a priorização de recursos (SEPA, 1995).

Na Áustria, até janeiro de 1995, haviam sido identificadas 1.759 áreas potencialmente contaminadas e 111 áreas contaminadas. O país possui uma legislação específica para o assunto desde 1989, dispondo também de recursos advindos de um programa de suporte financeiro de taxas relativas à disposição de resíduos (ST. WEIHS, 1995).

Para um total de 40.000 áreas existentes na Suíça, estima-se que 2.000 delas, consideradas como potencialmente perigosas, necessitem ser investigadas prioritariamente. Em seguida a esses estudos, prevê-se que não mais que 500 locais necessitarão de ações de remediação ou contenção, a um custo estimado de US\$ 1,5 bilhão (LANZ e col. 1994).

A maioria dos países que possuem uma legislação específica para a questão relativa às áreas contaminadas parece seguir o princípio do poluidor-pagador com vistas à responsabilização pela contaminação. A legislação aplicada na região da Lombardia constitui-se numa das poucas exceções. Nesta região, o responsável é o proprietário do imóvel. Segundo CARELLA & CHIAPPINI (1995) tal posição é justificada pela facilidade em demonstrar os responsáveis perante os tribunais, evitando os longos períodos de

tempo normalmente envolvidos nesta questão. Caso o proprietário sinta-se injustiçado, caberá a ele processar aqueles que considera responsável.

O reuso de áreas contaminadas ou suspeitas de contaminação é proibido, a menos que a recuperação da área tenha sido executada. Este impedimento é suspenso mediante o fornecimento de um certificado de recuperação emitido pelos administradores da província (CARELLA & CHIAPPINI, 1995).

No Reino Unido, a política existente para as áreas contaminadas foi revisada em novembro de 1994, onde foram reafirmados, entre outras questões, o princípio do poluidor-pagador a análise de risco no controle de áreas contaminadas. Embora o controle de áreas contaminadas esteja previsto na legislação para o meio ambiente (Environmental Protection Act), a necessidade de introduzir-se uma legislação específica para o tema vem sendo estudada (DENNER & LOWE, 1995).

O Departamento de Meio Ambiente da Inglaterra administra recursos anuais da ordem de US\$ 21 milhões, como empréstimos aprovados às autoridades locais que são habilitadas a agir por conta própria quando existem riscos imediatos decorrentes de áreas contaminadas, ou o responsável por elas não seja identificado. Desta forma, anualmente são remediados e/ou investigados entre 200 a 250 locais. No geral, ao redor de US\$ 800 milhões são despendidos anualmente na remediação de locais, sendo a metade destes recursos advindos do setor público (DENNER & LOWE, 1995).

Na França, embora exista uma política nacional para áreas contaminadas, as agências de águas, em número de seis, desenvolvem suas próprias políticas. Entre as questões consideradas pela agência está a necessidade de realização de inventários de áreas contaminadas e a proteção das águas subterrâneas, as quais são consideradas como um recurso a ser protegido, independentemente de seu uso.

Na bacia do Sena, 187 áreas contaminadas foram identificadas, sendo que 100 delas provocaram a contaminação das águas subterrâneas. Para enfrentar os problemas decorrentes destas áreas, a agência arrecada US\$ 2 milhões anualmente para a remediação de áreas contaminadas cujos responsáveis não foram identificados. Segundo FEUILLET(1995), a necessidade de recursos é maior, sendo necessário mais de US\$ 400 milhões para os locais já identificados.

No Brasil, embora ainda não se disponha de uma política para áreas contaminadas, legislações pertinentes ao assunto e uma forma organizada de atuação, algumas ações isoladas concernentes à avaliação de áreas vêm sendo desenvolvidas há vários anos, assim como algumas ações de remediação .

Tais ações são decorrentes, na maioria das vezes, da atuação dos órgãos de controle ambiental ou por iniciativa dos próprios responsáveis. Neste último caso os

motivos têm estado normalmente associados às auditorias ambientais realizadas por ocasião de transações comerciais.

No Estado de São Paulo, uma ação sistemática voltada à identificação e avaliação de áreas contaminadas teve início em 1993, através de projeto de cooperação técnica desenvolvido pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB) e a agência de cooperação técnica do Ministério de Ciência e Tecnologia da Alemanha – Gesellschaft Für Technische Zusammenarbeit (GTZ).

Neste projeto foi elaborado um conjunto de procedimentos que contemplam todas as etapas de um processo de gerenciamento de áreas contaminadas, o qual se inicia com a identificação de áreas potencialmente contaminadas, passa pela comprovação da contaminação e culmina com as ações de remediação. Paralelamente foi criado através deste projeto o primeiro cadastro de áreas contaminadas do país, o qual aplicado à região metropolitana de São Paulo (RMSP), contém informações sobre três tipos de áreas:

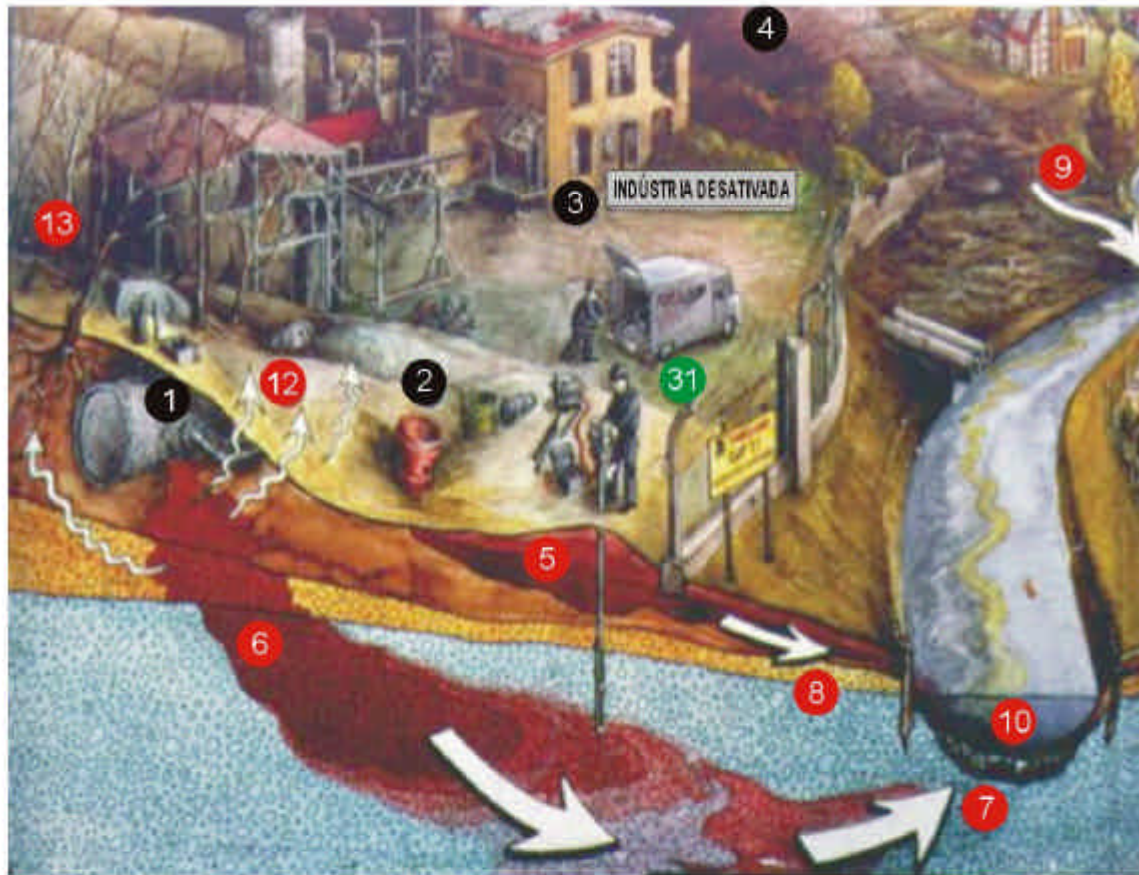
1. Áreas Potencialmente Contaminadas;
2. Áreas Suspeitas de Contaminação e
3. Áreas Contaminadas.

Segundo, CUNHA (1997), entre as fontes geradoras de contaminação, considera-se os locais de disposição de resíduos (aterros e lixões), áreas industriais ativas e desativadas, áreas comerciais que manipulem substâncias nocivas ao meio ambiente (postos de gasolina, bases de distribuição de derivados, depósitos de produtos químicos, etc.) e acidentes envolvendo produtos tóxicos.

A CETESB identificou, entre essas fontes, um elevado número de áreas industriais desativadas, ao redor de 4.238, das quais 2.460 estão situadas no município de São Paulo. Entretanto, uma avaliação quanto ao uso atual dessas áreas ainda não foi realizada (CETESB, 1997).

Através dos relatos citados, observa-se um ponto comum dentre os dados apresentados anteriormente, indicam que todos os países constituíram um programa de remediação de áreas contaminadas – face ao elevado número de locais potencialmente perigosos encontrados e ao elevado montante de recursos necessários à sua remediação, revelando igualmente a insuficiência dos recursos disponíveis.

ÁREA INDUSTRIAL ABANDONADA



- 1 - Vazamento de tanques enterrados e sistema de tubulação
- 2 - Valas com barris enferrujados com resíduos tóxicos
- 3 - Percolação no subsolo de antigos vazamentos
- 4 - Resíduos abandonados lançados sobre o solo
- 5 - Poluição do solo
- 6 - Poluição de água subterrânea
- 7 - Percolação de poluentes na água subterrânea em direção ao rio
- 8 - Fluxo de poluentes superficial e subterrâneo em direção ao rio
- 9 - Erosão de resíduos sólidos tóxicos em direção ao rio
- 10 - Deposição de metais pesados no fundo do rio
- 12 - Evaporação de solventes tóxicos
- 13 - Efeito do ar poluído na vegetação
- 31 - Investigação confirmatória

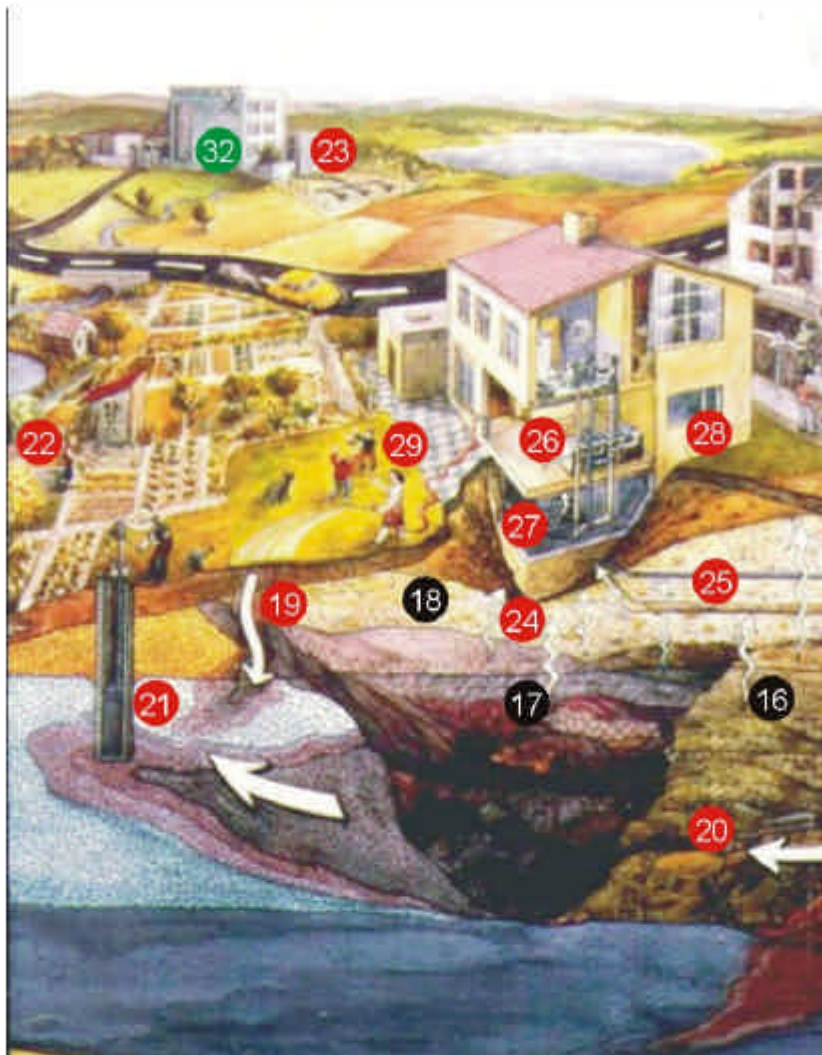
-  Fontes de Perigo.
-  Cenários
-  Medidas de Identificação e Emergenciais

Figura 10.1

Fonte: AHU, Consultoria em Hidrogeologia e Meio Ambiente, Alemanha, 1987

Figura 10.1- Área Industrial Abandonada

ANTIGA ÁREA DE DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS



- 16 - Resíduos domésticos
- 17 - Resíduos sólidos industrial e comercial
- 18 - Aterro com entulho, solo e escória
- 19 - Percolação de poluentes lixiviados para água subterrânea
- 20 - Poluição da água subterrânea pela percolação de contaminantes
- 21 - Bombeamento de águas contaminadas
- 22 - Irrigação com água subterrânea contaminada
- 23 - Contaminação de água potável
- 24 - Emissão de gases tóxicos por resíduos
- 25 - Infiltração de gases tóxicos nos moradores da casa
- 26 - Entrada de gases nocivos através da rede de esgoto
- 27 - Entrada de vapores na edificação
- 28 - Rachaduras nas construções devido a recalques do aterro
- 29 - Contato dermal e ingestão de material tóxico
- 32 - Fechamento da estação de tratamento de água

-  Fontes de Perigo
-  Cenários
-  Medidas de Identificação e Emergências

Figura 10.2

Fonte: AHU, Consultoria em Hidrogeologia e Meio Ambiente, Alemanha, 1987

Figura 10.2- Antiga Área de Disposição de Resíduos

11. GESTÃO DE RESÍDUOS

11.1- Importância

Resíduos sólidos são, de maneira genérica, rejeitos antropogênicos. Ao produzir fogo pela primeira vez, o homem gerou cinzas, rejeitos de sua atividade, a serem reincorporados ao ambiente, o que mostra que a ação antrópica sempre gera resíduos e demonstra quão antiga é a questão.

A adoção de hábitos comunitários constitui o passo iniciador dos problemas vinculados a resíduos. Com o crescente processo de urbanização e o aumento da população, ampliam-se a geração de resíduos e agravam os problemas quanto ao seu manejo e disposição final.

A evolução econômico-social, a apropriação de diversos materiais da natureza, a sua transformação através de processos cada vez mais sofisticados de produção e a imposição de padrões de consumo cada vez mais exigentes, não teve a necessária contrapartida de políticas para o equacionamento da gestão de resíduos gerados. Desta forma, observou-se a geração cada vez maior de rejeitos da atividade humana, cuja devolução ao ambiente, praticada de forma inconseqüente, tem levado à contaminação do solo e das águas em diversas regiões do planeta, com graves prejuízos econômicos, sociais e ambientais. Assim, evidencia-se a necessidade de adoção de uma série de medidas que possam evitar esses efeitos adversos.

A gestão de resíduos sólidos constitui um conjunto de atividades de caráter político, estratégico, econômico, organizacional, técnico e administrativo, com o objetivo de propiciar a adição de ações sistêmicas, integradas e articuladas dos diferentes agentes sociais, de modo a encaminhar soluções para os problemas de geração, tratamento e disposição final dos resíduos, considerando aspectos de saúde pública, ambientais, urbanísticos, econômicos, institucionais, legais, sócio-culturais, educacionais, de desenvolvimento tecnológico e de geração de emprego e renda.

A gestão de resíduos não se restringe, pois, a aspectos tecnológico-operacionais, mas estende-se à conceituação de uma política ambiental, que deve traçar diretrizes gerais de ação, de um modelo de gerenciamento ambiental, contemplando a organização legais e administrativa, e de um sistema de gerenciamento, cuja função é articular as instituições e aplicar instrumentos legais e econômicos.

De um lado, a gestão deve conduzir à organização dos atores sociais envolvidos com a questão, definindo o papel das instituições e suas articulações e os instrumentos de política ambiental a serem aplicados. De outro, deve propiciar o gerenciamento dos resíduos, que contempla aspectos tecnológicos e operacionais, que incluem fatores

administrativos, gerenciais, econômicos e ambientais, associados à prevenção, redução, caracterização, segregação, manuseio, acondicionamento, armazenamento, transporte, reciclagem, tratamento e disposição final de resíduos sólidos.

Um modelo de gestão deve considerar:

- O reconhecimento dos diversos atores sociais envolvidos, seus papéis e a forma de articulação entre eles;
- A base legal e os mecanismos necessários ao seu cumprimento;
- O planejamento integrado, com conseqüente adoção de políticas públicas para o setor;
- O pleno exercício da cidadania, com enfoque à divulgação de informações, a transparência das ações e a responsabilidade compartilhada entre os atores sociais envolvidos.

A importância da gestão de resíduos sólidos se evidencia por diversos aspectos, dentre os quais:

- Práticas inadequadas de manejo e disposição de resíduos podem causar significativos danos à saúde pública e ao meio ambiente, impondo custos elevados para sua correção;
- O gerenciamento de resíduos sólidos representa compromissos de longo prazo, tendo em vista que os efeitos de sua inadequada destinação podem demorar décadas para ser identificados. Não são raros os casos em que esses efeitos são percebidos após o encerramento de atividades de empresas responsáveis pela destinação, impondo ao Estado obrigações para a remediação dos danos causados;
- Os custos de remediação de impactos adversos de disposição inadequada de resíduos são geralmente, elevados. Os trabalhos necessários para remediação são complexos. Isso representa deseconomias para o responsável pela contaminação, quando é possível sua identificação, ou para o Estado, no caso de áreas abandonadas ou depósitos clandestinos. Além disso, esta questão envolve o desenvolvimento de uma série de critérios técnicos e legais, cuja complexidade ainda não está totalmente superada, mesmo em países desenvolvidos;
- O impacto negativo à imagem da empresa responsável por episódio de poluição ambiental é desastroso, notadamente quando o assunto tem cobertura ampla da mídia;

- Sítios contaminados pela prática inadequada de manejo e disposição de resíduos sólidos, quando não remediados, convertem-se em passivos ambientais, com depreciação do valor da empresa responsável e
- A crescente tendência de certificação ambiental das empresas, de acordo com normas internacionais, efeito do fenômeno de globalização da economia, requer a existência de um programa de gestão ambiental, que inclui a gestão de resíduos sólidos, em todos os seus aspectos.

11.2- Gestão de Resíduos na Comunidade Européia

• Arranjos Institucionais

A Comunidade Européia é formada pelo Conselho de Ministros dos Estados – membros, cujo papel é formular as diretivas. Cada Estado – membro responsabiliza-se pela elaboração de planos de gestão de resíduos, contemplando as diretivas de forma independente e de acordo com as suas peculiaridades. Esses planos tem prazos estabelecidos para serem apreciados e aprovados pelo Conselho da Comunidade Européia. Sempre que seja necessário ou conveniente, os Estados – membros constituirão uma rede de cooperação integrada e adequada de instalações de eliminação de resíduos, tendo em conta as mais eficientes tecnologias disponíveis que não acarretem custos excessivos. Da mesma forma, os Estados – membros que encontrarem dificuldades na elaboração de seus planos poderão recorrer aos outros estados da Comunidade Européia.

• Instrumentos Legais

Na Comunidade Européia, os princípios para gestão e elaboração de planos sobre resíduos estão determinados por legislação, especialmente pela diretiva 75/442/CCE, também conhecida por “diretiva quadro”, de 15/07/75, modificada em 1991. Destacam-se ainda as seguintes diretivas:

- Diretiva sobre resíduos perigosos (1978, modificada em 1991 e 1994);
- Diretiva sobre a vigilância e o controle dos movimentos transfronteiriços de resíduos perigosos na Comunidade (1984, modificada em 1986);
- Diretiva sobre pilhas e acumuladores contendo materiais perigosos (1991);
- Diretiva sobre a obrigatoriedade da apresentação de relatórios periódicos sobre resíduos, por parte dos Estados – membros (1991);
- Diretiva relativa à disposição de resíduos em aterros sanitários (1996).

- **Mecanismos de Financiamento**

Os Estados – membros devem atingir as metas propostas pelo Conselho da Comunidade Européia de forma auto-sustentável, ou seja, é o próprio usuário quem financia o sistema através do pagamento de taxas, tarifas e preços públicos, definidos pelos países da Comunidade (princípio do poluidor pagador). No entanto existem alguns fundos destinados a países que apresentem dificuldades em elaborar e implementar parte ou todo o conjunto do plano, entre os quais se destacam:

- Fundos Estruturais: Fundo Social Europeu, Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional e Fundo de Garantia Agrícola;
- Fundo de Coerção: Destinados aos Estados – membros cujo PIB é inferior a 90% da média dos Estados da Comunidade; Esses países terão acesso a linhas de financiamento com juros subsidiados ou, extraordinariamente, a crédito a fundo perdido.

Fonte: Modelos de Gestão de Resíduos Sólidos para a Ação Governamental no Brasil: Aspectos Institucionais, Legais e Financeiros – 1996.

11.3- Gestão de Resíduos na Dinamarca

- **Arranjos Institucionais**

O Governo central, através do Ministério do Meio Ambiente e de energia, é o agente responsável pela política de resíduos, exercendo as funções normativas, fiscalizadoras, de articulador interinstitucional, de coordenador de acordos com as indústrias e autoridades municipais e regionais. O papel normativo e fiscalizador estão a cargo da Agência de Proteção Ambiental da Dinamarca, entidade vinculada ao Ministério do Meio Ambiente e de Energia, que também presta auxílio aos municípios e distritos para a elaboração de planos plurianuais para a área de resíduos. Os distritos são responsáveis pelo licenciamento de instalações industriais e de tratamento e disposição final de resíduos e também atuam como agentes fiscalizadores. Os municípios atuam de forma consorciada e constituem empresas públicas para o gerenciamento de resíduos domiciliares e industriais (exceto os resíduos perigosos), desde a coleta até a destinação final. Na Dinamarca, somente o setor público pode ser proprietário de novas instalações de tratamento e disposição de resíduos. O setor privado pode, em casos especiais, estabelecer instalações próprias. Os resíduos químicos, de serviços de saúde e óleos usados são entregues aos postos municipais, onde são classificados e enviados a uma entidade pública que se encarrega da recuperação, neutralização, incineração e disposição final.

• Instrumentos Legais

As atividades relacionadas aos resíduos sólidos na Dinamarca são regulamentadas pela Lei de Proteção Ambiental nº 590 de 1994, que modifica os textos de 1991 e 1993. Destacam-se ainda:

- Lei sobre coleta municipal de materiais recicláveis e produtos de indústrias (1986);
- Lei sobre rótulos de embalagens recicláveis (1987);
- Estatuto sobre armazenamento de resíduos (1990);
- Estatuto sobre procedimentos para a instalação ou expansão de industriais e plantas de tratamento e destinação final de resíduos (1991);
- Estatuto sobre disposição, planejamento e registro de resíduos (1993) e
- Estatuto sobre resíduos de aplicação na agricultura (lodos de estações de tratamento de esgotos e material compostado) (1995).

A Dinamarca conta ainda com os acordos de cavalheiros, firmados entre o Ministério do Meio Ambiente e da Energia e setores industriais para solucionar problemas de reciclagem e reutilização de resíduos.

11.4- Mecanismos de Financiamento

As estruturas responsáveis pela prestação dos serviços de coleta, transporte, tratamento e disposição final de resíduos são auto-sustentáveis. A taxa para cobrir os custos é cobrada por unidade habitacional e constitui um valor único (cerca de U\$ 350/ano).

Na Dinamarca, aplica-se taxa de controle ambiental diferenciada para os diversos tipos de tratamento e disposição final. Estas taxas, somadas às tarifas dos custos operacionais, têm os seguintes valores (em dólares/tonelada):

- Incineração com recuperação de energia: U\$ 64
- Incineração sem recuperação de energia: U\$ 73
- Disposição direta em aterros sanitários: U\$ 94

Para as atividades relacionadas à reciclagem e à reutilização, usualmente não são cobradas taxas de controle ambiental. As taxas diferenciadas constituem um instrumento de “desincentivo” às práticas de disposição direta em aterros sanitários e seus recursos financiam um fundo de investimento para os programas e projetos de tratamentos de resíduos priorizados pela política dinamarquesa, inclusive educação ambiental, que nesse país é uma atividade permanente e sistemática.

Fonte: Modelos de Gestão de Resíduos Sólidos para a Ação Governamental no Brasil: Aspectos Institucionais, Legais e Financeiros – 1996.

11.5- Gestão de Resíduos na Holanda

• Arranjos Institucionais

O governo central, através do Ministério da Habitação, Planejamento do Espaço Físico e do Meio Ambiente, é o agente coordenador e formulador da política de resíduos, exercendo função normativa, de articulador interinstitucional e fiscalizadora.

Cabe ao governo central e às autoridades provinciais a elaboração de planos plurianuais para a gestão de resíduos perigosos e aos municípios compete a elaboração de planos para a coleta, tratamento e disposição final dos demais tipos de resíduos.

Um conselho consultivo, formado por representantes dos municípios, províncias, organizações de consumidores e poluidores, serviços de utilidade pública e especialistas na área ambiental encarrega-se das recomendações para a implantação de planos e da expedição de licenças para instalações.

A responsabilidade pela emissão de licença para as instalações de tratamento e disposição final de resíduos perigosos cabe às províncias.

Na Holanda, parte do gerenciamento dos resíduos pode ser confiada ao setor privado (parceria).

• Instrumentos Legais

A Lei de 1º de outubro de 1995, environment Management Act, normatiza todas as atividades relacionadas aos resíduos sólidos na Holanda, entre as quais se destacam:

- A elaboração de planos (municipais, provinciais e regionais), visando o gerenciamento das atividades relacionadas com a prevenção, reutilização, reciclagem, tratamento e disposição final de resíduos;
- Os requisitos da qualidade ambiental;
- A tributação sobre os impactos ambientais;
- Os procedimentos para a concessão de licenças para instalações de tratamento e disposição de resíduos e
- Os mecanismos para provisões financeiras.

A Holanda conta com um aparato legal e estrutura de fiscalização e controle adequados ao cumprimento das metas estabelecidas nos planos.

• Mecanismos de Financiamento

As estruturas responsáveis pelas atividades de coleta, transporte, tratamento e destinação final de resíduos são auto-sustentáveis, financiadas por taxas pagas pelos municípios e usuários do sistema, partindo do princípio "poluidor pagador". Dependendo

do tipo de tratamento e disposição dos resíduos, são cobradas taxas ambientais diferenciadas. Assim, a taxa para disposição de resíduos diretamente em aterros sanitários é maior que as taxas pagas para a sua incineração. As instalações que promovem a reutilização e a reciclagem estão isentas desta taxa.

A taxa alimenta um fundo de reserva para atender as seguintes necessidades:

- Contribuição para a criação ou manutenção de infra-estrutura de disposição de resíduos;
- Suporte temporário para instalações abandonadas pelos exploradores;
- Desenvolvimento de programas de educação ambiental.
- Quanto à pesquisa, o governo tem dado suporte financeiro para diversos projetos voltados à minimização e reutilização de resíduos. Esses projetos são desenvolvidos pelas universidades e indústrias.

Fonte: Modelos de Gestão de Resíduos Sólidos para a Ação Governamental no Brasil: Aspectos Institucionais, Legais e Financeiros – 1996.

11.6- Gestão de Resíduos na França

• Arranjos Institucionais

O Governo Central, através dos Ministérios do Meio Ambiente e da Indústria, é o agente responsável pela formulação da política de resíduos, exercendo função normativa de articulador interinstitucional e fiscalizadora.

A ADEME (Agência do Meio Ambiente e do Controle da Energia), encarrega-se das funções relativas aos resíduos domiciliares e similares, ao passo que a DRIRE (Direção Regional da Indústria da Pesquisa e do Meio Ambiente), cumpre o mesmo papel para os resíduos industriais.

As Agências de Água auxiliam nos investimentos para o tratamento e eliminação de resíduos industriais e em conjunto com a DRIRE se encarregam do controle de instalações de resíduos industriais dentro da bacia hidrográfica de sua competência.

O tratamento de resíduos industriais está a cargo dos produtores, sob a fiscalização do estado

As regiões administrativas, em conjunto com as comunas e departamentos, dão suporte à abertura de centros de estocagem de resíduos e à elaboração de planos para a eliminação dos resíduos industriais. Essas regiões são assistidas por comissões constituídas por funcionários do estado, agências, conselhos regionais, organizações profissionais e personalidades qualificadas.

• Instrumentos Legais

A Lei de 15 de julho de 1975, relativa à eliminação de resíduos e à recuperação de materiais é o texto modelo sobre a política de resíduos sólidos na França. Este texto foi modificado no ano de 1992, e alguns de seus principais tópicos são listados a seguir:

- Princípio do “poluidor pagador”;
- Prioridade para a valorização de resíduos;
- Combate à inflação de embalagens;
- Noção de resíduos últimos;
- Organização do transporte de resíduos;
- Informação ao público;
- Obrigatoriedade dos departamentos e regiões administrativas apresentarem planos de eliminação de resíduos e
- Estabelecimento de taxa especial para a disposição de resíduos em aterros sanitários.

A Lei de 1995 transfere a planificação de resíduos dos departamentos (estados) para as regiões administrativas, amplia a lista de resíduos industriais especiais, definindo normas para o seu tratamento e disposição final, além de definir uma política para a reabilitação de áreas poluídas.

• Mecanismos de Financiamento

Na França, todas as atividades relacionadas aos resíduos devem buscar a auto-sustentabilidade, baseada no princípio do “poluidor pagador”. Entretanto, em 1992, foi instituída uma taxa especial de US\$ 4 por tonelada de resíduos domiciliares e similares dispostos em aterros sanitários. Esta taxa alimenta o Fundo de Modernização da Gestão de Resíduos (FMGD), administrado pela ADEME.

As agências de água prestam ajuda financeira para investimentos, abertura ou melhoramento de unidades coletivas de tratamento de resíduos industriais, dentro da bacia hidrográfica de sua alçada.

Fonte: Modelos de Gestão de Resíduos Sólidos para a Ação Governamental no Brasil: Aspectos Institucionais, Legais e Financeiros – 1996.

11.7- Gestão de Resíduos na Alemanha

• Arranjos Institucionais

O Governo Central, com a autorização do Conselho Alemão, é o agente responsável pela política de resíduos, assumindo a função normativa e fiscalizando em

Especialização em Gestão Ambiental

instância superior. Os Estados também tem função normativa e legislativa e se encarregam do planejamento ambiental e da fiscalização, assim como detalham os regulamentos do governo central, tornando-os mais restritivos na maioria das vezes. A coleta e disposição de resíduos fica a cargo dos municípios e distritos. Cada gerador de resíduos deve deixá-los à disposição de uma empresa autorizada, e pagar tarifas para o serviço público. Os distritos e regiões metropolitanas são responsáveis pela escolha das áreas e pela disposição dos resíduos, ao passo que a coleta fica a cargo das municipalidades. As entidades públicas são obrigadas a organizar todas as atividades relacionadas aos resíduos, dentro de seu território. Empresas privadas, geralmente fundadas por produtores, podem ser contratadas para executarem parte dos serviços, o que freqüentemente ocorre com a coleta e a reciclagem fora dos limites das grandes cidades e sob a forte fiscalização do poder público.

Com relação aos resíduos industriais, o estado planeja o manejo, e o produtor se encarrega da disposição. No caso dos resíduos perigosos, o gerador, transportador e receptor devem assegurar que a disposição final seja garantida.

• Instrumentos Legais

A Lei de Resíduos (Abfallgesetz-Ag/G) de 1986 é o texto básico para a área de resíduos na Alemanha. Esta lei formulada em 1990 e 1992. Nessa carta, o governo alemão foi autorizado a formular regulamentos administrativos sobre a eliminação de resíduos, para orientar as autoridades sobre o assunto.

Essas determinações são denominadas Manual de Técnico de Controle de Resíduos e são executadas de acordo com os seguintes regulamentos jurídicos:

- Regulamento sobre a coleta, transporte e controle de resíduos;
- Regulamento de execução da lei alemã de proteção contra emissões (regulamento sobre as instalações de incineração).

• Mecanismos de Financiamento

Na Alemanha, as estruturas para o gerenciamento de resíduos devem ser auto-sustentáveis; são os próprios usuários que financiam o sistema.

A taxa para a disposição de resíduos em aterros varia de acordo com o grau de sua periculosidade, cobrando-se uma taxa básica de US\$ 16/T e US\$ 10 adicionais para os materiais de construção, US\$ 16 para os resíduos domésticos, US\$ 32 para os resíduos industriais na forma de escórias e US\$ 49 para os resíduos perigosos.

Essas taxas têm obrigado os industriais a promoverem a eliminação de seus próprios resíduos e agilizarem o desenvolvimento de tecnologias limpas.

Cerca de 40% desses recursos são destinados à reabilitação de áreas contaminadas dos cinco novos estados (ex RDA) e uma porcentagem significativa é destinada à pesquisa principalmente para o desenvolvimento de tecnologias limpas.

Para a reabilitação de áreas contaminadas estão previstos financiamentos; nesses casos, 50% ficam a cargo do estado e 50% a cargo dos municípios ou da indústria que contaminou.

Fonte: Modelos de Gestão de Resíduos Sólidos para a Ação Governamental no Brasil: Aspectos Institucionais, Legais e Financeiros – 1996.

11.8- Gestão de Resíduos nos Estados Unidos da América

• Arranjos Institucionais

O Governo Federal é o agente responsável pela elaboração de leis e através das agências federais se incumbe de articulação interinstitucional e da fiscalização.

A Agência de Proteção Ambiental (EPA-US) é o agente fiscalizador de todas as atividades relacionadas ao meio ambiente e estabelece critérios para instalações de tratamento e disposição final de resíduos.

A Agência de Saúde, Educação e bem-estar (HEW) estabelece os padrões para o armazenamento de resíduos.

Os Departamentos de Comércio e de Transportes e Energia também participam indiretamente na tomada de decisões na área de resíduos.

A implementação das leis federais é de responsabilidade local: estados, condados e municípios formam um conselho sob a coordenação das Agências Estaduais de Meio Ambiente e elaboram as prescrições legais, geralmente mais restritivas que as leis federais.

Cada um dos 50 estados norte-americanos conta com uma legislação própria para a área de resíduos, e as soluções são locais contando com elementos da própria sociedade, onde vários agentes e entidades participam da elaboração de planos para a eliminação de resíduos.

• Instrumentos Legais

A Lei de 1965 (SDWA – Disposição de Resíduos Sólidos), criando o Conselho de Qualidade do Meio Ambiente. Esta lei foi emendada em 1969 e 1970 (RRA) – Lei de Especialização em Gestão Ambiental

Recuperação de Recursos, incentivando a reciclagem e a participação da população no controle da poluição.

Em 1976, novos textos legais foram elaborados pela EPA, com destaque para a Lei de Conservação e Recuperação de Recursos (RCRA), contemplando uma série de princípios para o gerenciamento de resíduos.

A RCRA foi expandida em 1980 e 1984, passando a ser conhecida como Lei Emendada de Resíduos Sólidos Perigosos (HSWA); essa lei contém vários subtítulos e estabelece critérios para o gerenciamento de resíduos, obrigando os estados a submeterem seus planos e projetos ao EPA e requerendo uma participação efetiva do governo federal nos programas de recuperação e reciclagem de energia. Estabelece ainda, normas e padrões para o armazenamento, o tratamento e a disposição final de resíduos sólidos perigosos.

• **Mecanismos de Financiamento**

Nos EUA, todas as atividades relacionadas aos resíduos sólidos devem ser auto-sustentáveis. Nas esferas governamentais, o orçamento é sustentado por fundos, formados pela cobrança de taxas, destacando-se:

- Taxa de propriedade;
- Taxa de vendas aplicadas ao comércio;
- Taxa de serviços municipais e
- Taxa de arrecadação especial.

Também é comum a cobrança de emolumentos (matrícula) do usuário. A comunidade pode estabelecer esses emolumentos baseada nos custos de coleta, tratamento e disposição final de resíduos.

A EPA-US pode financiar alguns programas municipais, principalmente aqueles relacionados com a recuperação de energia. Existem várias opções de financiamento para a aquisição de equipamentos e abertura de negócios relacionados aos resíduos, tais como empréstimos junto à iniciativa privada e a bancos municipais, "leasing", etc.

Fonte: Modelos de Gestão de Resíduos Sólidos para a Ação Governamental no Brasil: Aspectos Institucionais, Legais e Financeiros – 1996.

12. PREVENÇÃO À POLUIÇÃO

Historicamente, os órgãos de proteção ambientais têm baseado suas ações, basicamente, em programas e políticas de redução de poluição que impõem medidas de controle após a geração de resíduos, ou ainda após os danos ambientais já terem ocorrido, como resultado de uma liberação de poluentes no meio ambiente. Este procedimento, comumente conhecido como gerenciamento de fim de tubo, inclui medidas de tratamento, disposição e recuperação de locais contaminados.

O aumento da pressão popular devido a ocorrência de graves acidentes ambientais, aliado a maiores exigências de mercado, ao alto custo dos modelos convencionais de controle e sobretudo ao fato de que somente a aplicação de medidas de controle não são capazes de corrigir a causa raiz dos problemas ambientais, influenciaram uma mudança de ênfase, visando a busca de estratégias inovadoras que promovessem a prevenção à poluição.

Enquanto as atividades de controle de poluição concentram esforços no gerenciamento dos resíduos gerados, as ações de Prevenção à Poluição ou P2 visam a redução de poluentes na fonte geradora, bem como o uso racional de matérias-primas, água e energia. Modelos de gerenciamento ambiental, mundialmente consagrados, como o "Responsible Care" e a "ISO 14001", adotam medidas de P2 como uma das principais ferramentas na obtenção de uma melhor qualidade ambiental.

O Responsible Care foi criado no Canadá pela Canadian Chemical Producers Association e começou a ser difundido no Brasil em 1990 pela Associação Brasileira de Indústrias Químicas (ABIQUM). Desde então, inúmeras indústrias químicas brasileiras já adotaram o programa, que inclui melhoria das medidas de segurança das instalações, processos e produtos, assim como a preservação da saúde dos trabalhadores e a proteção do meio ambiente.

Os primeiros passos para o desenvolvimento das normas da série ISO 14.000 iniciaram-se na Europa, em 1972. Após inúmeras reuniões com representantes de diversos países, foi aprovada, em 1996, a Norma ISO 14.001, única norma que permite a certificação da empresa, e que induz ao desenvolvimento de práticas de P2 através de um processo de avaliação, análise e normalização dos principais elementos do gerenciamento de uma empresa, que permitem identificar os aspectos significativos relativos ao meio ambiente que a empresa pode influenciar e controlar. Uma das prioridades da norma é a proteção dos empregados, através do cumprimento de leis, regulamentos e das metas e objetivos estabelecidos pela empresa, que são acompanhados por auditorias internas e externas.

Nos Estados Unidos da América, a mudança de ênfase para incorporar a P2 na política ambiental do país, iniciou-se oficialmente em 1990, quando foi promulgada a Lei Federal de Prevenção à Poluição, que, dentre outros requisitos, tornou obrigatória a criação de escritórios de P2 em todas as Agências de Meio Ambiente do Governo Americano. Os escritórios de P2 ou Pollution Prevention Offices são responsáveis pela disseminação do conceito de P2 e implementação de programas voluntários de P2 junto aos setores industrial, agrícola, energético e serviços. Os EUA promoveram um modelo descentralizado de P2, visando solucionar problemas ambientais específicos, dessa forma, cada Estado tem a liberdade de criar programas de P2 que venham a se adequar aos problemas e às condições de trabalho, característicos de cada região.

O desenvolvimento destes programas, em complemento às ações de controle, realizados pelos órgãos de Meio Ambiente dos EUA, resultaram em significativos benefícios ambientais, destacando-se a redução do uso de compostos tóxicos, a redução do consumo de água e energia e a melhoria da conscientização ambiental pelos industriais, pela comunidade civil e governamental.

A CETESB, em consonância com as inovações exigidas pela globalização, vem desenvolvendo desde 1997, paralelamente às atividades convencionais de controle, diversos trabalhos baseados na Prevenção à Poluição através da sua Divisão de Prevenção à Poluição.

Com a finalidade de auxiliar as empresas no planejamento e desenvolvimento de ações de P2, a CETESB desenvolveu uma metodologia para implementação de um Programa de P2, que compreende:

- comprometimento da direção da empresa;
- estabelecimento de prioridades, objetivos e metas;
- disseminação de informações e treinamento;
- levantamento e avaliação de dados técnicos e econômicos;
- definição de indicadores de desempenho;
- identificação e seleção de oportunidades de P2;
- avaliação técnica e econômica e
- manutenção do programa.

Um dos pontos básicos do programa consiste no envolvimento de todo o corpo funcional, visando a redução de resíduos na fonte geradora, através da melhoria da sua conscientização ambiental. Vale ainda ressaltar que um programa de P2 pode ser

aplicado em qualquer organização, independente do seu porte ou tipo de atividade, ou seja, em qualquer área onde haja geração de resíduos.

A geração de resíduos constitui-se ou está associada com o desperdício de insumos (matérias-primas, água e energia), conseqüentemente, a adoção de práticas de P2 resultará em ganhos econômicos, dentre outros benefícios, para as organizações.

As práticas de P2, representam a forma mais adequada de promover o desenvolvimento sustentável de uma organização, em complemento às ações convencionais de controle, resultando em uma melhor qualidade ambiental para as futuras gerações, uma vez que os insumos passam a ser utilizados de forma mais racional, há menor geração de poluentes tóxicos evitando-se ainda o surgimento de áreas contaminadas por descarte de resíduos a serem recuperadas.

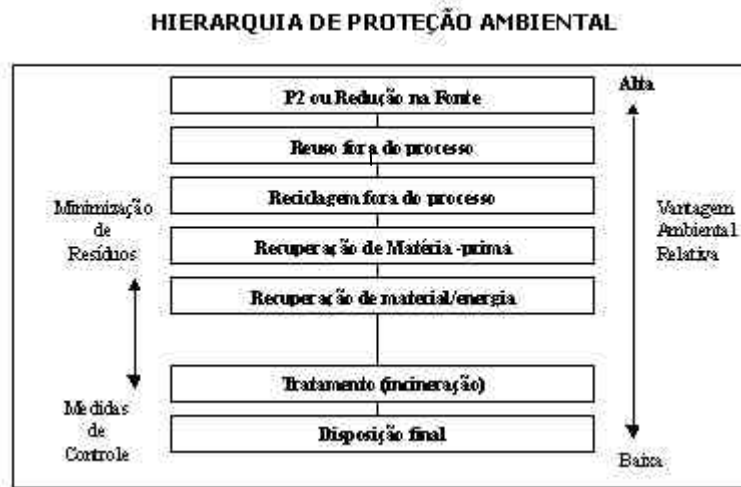
12.1- PRINCÍPIOS DA PREVENÇÃO À POLUIÇÃO

A prevenção à Poluição ou redução na fonte refere-se a qualquer prática, processo, técnica ou tecnológica que vise a redução ou eliminação em volume, concentração e/ou toxicidade dos resíduos na fonte geradora. Inclui modificações nos equipamentos, nos processos ou procedimentos, reformulação ou replanejamento de produtos, substituição de matéria-prima e melhorias nos gerenciamento administrativos e técnicos da entidade/empresa, resultando no aumento de eficiência no uso dos insumos (matérias-primas, energia, água, etc.).

Qualquer prática, técnica ou tecnologia envolvida no gerenciamento do resíduo gerado, através de medidas estabelecidas para o controle ou remediação da poluição, não é considerada Prevenção à Poluição. Portanto, atividades relativas ao tratamento, reciclagem fora do processo e disposição de resíduos não são consideradas práticas de prevenção à poluição, uma vez que não implicam na redução da qualidade de resíduos na fonte geradora, nas atuam, de forma corretiva, sobre as conseqüências cansadas pela geração dos mesmos.

Na Figura 12.1, a seguir, ilustra como estes conceitos encontram-se dentro da hierarquia de proteção ambiental.

Figura 12.1- Prevenção à Poluição



12.2- Técnicas de Prevenção à Poluição

12.2.1- Substituição de matéria-prima

Esta técnica visa substituir uma substância, utilizada em um processo, por outra menos tóxica, que produza os mesmos efeitos da anterior.

12.2.2- Manutenção Preventiva

Consiste no estabelecimento de um programa de manutenção periódica, procurando se antecipar aos problemas, de modo a evitar incidentes que venham a ocasionar, por exemplo: interrupção na produção, perda de material, poluição devido a vazamento, etc.

12.2.3- Substituição ou Alteração nos Equipamentos

Consiste na substituição de um equipamento por outro menos poluente e/ou mais eficiente ou, ainda, em alguma alteração nesse equipamento, que venha a lhe conferir alguma melhoria.

12.2.4- Mudança de Processo/Tecnologia

É a substituição de um processo/tecnologia por outro menos poluente, ou seja, mudança para uma tecnologia mais limpa.

12.2.5- Alteração no Layout

Trata-se de alteração no esquema de disposição física das várias etapas/equipamentos de um processo com vistas à sua otimização (menor consumo de recursos), minimização da possibilidade de ocorrência acidentes e/ou eliminação de pontos de geração de poluentes.

12.2.6- Melhoria nas Práticas Operacionais

Consiste na padronização dos parâmetros operacionais (temperatura, vazão, volume, tempo, etc) e dos procedimentos para execução de uma tarefa, da melhor maneira possível, aliadas a uma sistemática que garanta a efetividade das mudanças na execução das atividades.

12.2.7- Segregação de Fluxos

Esta técnica visa a separação de diferentes fluxos de resíduos quer sejam sólido, líquidos ou gasosos, de modo a evitar, por exemplo, que, um fluxo mais tóxico contamine outros não tóxicos, o que viria a aumentar o volume dos resíduos tóxicos e, conseqüentemente, os custos e a dificuldades técnicas para seu tratamento e/ou disposição.

12.2.8- Reuso

Compreende toda prática ou técnica que permita a utilização de um resíduo, sem que o mesmo seja submetido a nenhum tipo de tratamento.

12.2.9- Reciclagem Interna ao Processo

Consiste no reciclo de um resíduo de volta ao processo, após o mesmo ter sido submetido a algum tipo de tratamento que esteja incorporado a esse mesmo processo.

12.2.10- Treinamento

Consiste no uso de metodologias para capacitação técnica e/ou conscientização de funcionários, para a execução de seu trabalho dentro dos padrões previamente estabelecidos, agindo sempre de forma segura, responsável e ambientalmente correta.

12.2.11- Controles de Estoques

Está relacionado basicamente com o controle de tudo aquilo que entra e sai de uma empresa, visando a economia de recursos, principalmente pela compra somente daquilo que é realmente necessário, e ainda, estoques, extravio de materiais, etc.

12.2.12- Reformulação ou Replanejamento dos Produtos

Diz respeito à reformulação das características físicas e/ou químicas de um produto, durante o processo de fabricação do mesmo, de modo a se evitar o uso de uma substância tóxica ou prejudicial ao meio ambiente. Relaciona-se ainda, com a avaliação do tipo de embalagem, buscando sempre utilizar a menos prejudicial ao meio ambiente. Relaciona-se ainda, com a avaliação do tipo de embalagem, buscando sempre utilizar a menos prejudicial ao meio ambiente, em termos de sua destinação após o uso.

12.3- Legislação Emergente Voltada à Prevenção à Poluição

A CETESB, em toda sua história tem tido por tradição manter-se atualizada com as tendências mundiais em termos de tecnologias e metodologias utilizadas para proteção ambiental, visando uma atuação cada vez melhor e mais eficiente e, ainda, com base nas informações e experiências obtidas, ensejar esforços para aprimorar e criar normas e regulamentos que permitam uma ação conjunturalmente adequada em prol ao meio ambiente no Estado de São Paulo.

Através da Lei nº997, de 31/05/76 e do Decreto nº 8468 de 08/09/76, o Governo do Estado de São Paulo conferiu à CETESB o controle da poluição e preservação do meio ambiente nesse Estado.

Durante cerca de 20 anos, as legislações relativas aos mecanismos de proteção ambiental no Estado, basearam-se apenas no controle tradicional da poluição e no monitoramento dos resíduos gerados (sejam ele sólido, líquidos ou gasosos), não fazendo nenhuma menção à prevenção à poluição (P2).

Em 30/12/96, a Assembléia Legislativa do Estado de São Paulo decretou e o Sr. Governador do Estado, Mário Covas, promulgou a lei nº 9.472, conhecida com Lei Estevão Galvão, publicada no Diário Oficial do Estado em 31/12/96, a qual prevê que no processo de licenciamento ambiental para todos os estabelecimentos industriais em fase de instalação de novas unidades, ampliação ou alteração de processo produtivo, que o órgão ambiental competente passe a observar, além dos aspectos já anteriormente avaliados, outros que em sua grande maioria se relacionam com práticas de P2.

Lei nº 9.472, acima citada, toma-se ainda mais importante se considerarmos uma outra lei, a de nº 9.477, que decretada e promulgada na mesma data da anterior, altera

a lei 997/76, acrescentando à esta a necessidade, conforme o caso, de expedição de Licença Ambiental Prévia (LAP), Licença Ambiental de Instalação (LAI) e/ou Licença Ambiental de Operação (LAO), estabelecendo ainda, que a Administração Pública determinará o prazo de validade das licenças ambientais e que há necessidade de renovação quinquenal das licenças já concedidas até a data de publicação desta lei.

Contudo, a lei no. 9.477 foi parcialmente revogada pela Lei no. 9.509, de março de 97, conhecida como Lei Trípoli e que dispõe sobre a Política Estadual do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, a qual manteve o licenciamento ambiental periódico, porém sem citar prazos, ficando portanto mantidos também os prazos estabelecidos pela anterior. A Lei Trípoli alterou, ainda, a Lei no. 997/76, citada no início do texto. Porém, como a Trípoli não é uma lei auto-aplicável, ela requer, para tal, uma regulamentação, que ora também se encontra em andamento dentro do Sistema Estadual de Meio Ambiente.

Por reivindicação do seu corpo técnico, vinha sendo elaborada, no âmbito da CETESB, uma proposta de revisão para aprimoramento do Decreto Lei no. 8468, de setembro de 1976, que regulamenta a Lei no. 997, de maio de 1976, do Estado de São Paulo. Dentre as sugestões apresentadas, encontra-se a inclusão dos princípios de P2, nos mesmos termos da definição usada no Decreto Federal aprovado pelo Congresso Americano em 1990 (Pollution Prevention Act of 1990), indicando as práticas ligadas a estes conceitos, como preferenciais na hierarquia de gerenciamento ambiental, conforme descrito a seguir.

A prevenção e o controle da poluição ambiental devem ser exercidos de acordo com a seguinte ordem de gerenciamento:

- I. A poluição deve ser prevenida na sua fonte;
- II. A poluição que não puder ser prevenida na sua fonte deve ter seus respectivos resíduos/poluentes reciclados de forma ambientalmente segura;
- III. A poluição que não puder ser prevenida na sua fonte ou ter seus respectivos resíduos/poluentes reciclados deve ser tratada de forma ambientalmente segura;
- IV. A disposição ou outra forma de liberação para o meio ambiente deve ser empregada somente em último recurso e deve ser conduzida de forma ambientalmente segura.

O termo prevenção à poluição ou redução na fonte se refere, mas não se restringe, a práticas que:

- Reduzam a quantidade de quaisquer substâncias perigosas ou não, dos poluentes ou dos contaminantes presentes em qualquer fluxo de resíduo ou liberados no meio ambiente de outra maneira, incluindo emissões fugidias;

- Reduzam os riscos à saúde humana e ao meio ambiente associados com a liberação de tais substâncias, poluentes ou contaminantes e
- Incluam modificações nos equipamentos ou tecnológicas, nos processos ou procedimentos, reformulação ou replanejamento de produtos, substituição de matéria-prima e melhorias nos gerenciamentos administrativos e técnicos da entidade/empresa, que maximizem a redução ou eliminação de geração de resíduos e poluentes na fonte, em volume, concentração e/ou toxicidade, através do aumento de eficiência no uso da matéria-prima, energia, água e outros recursos naturais.

O documento deveria ser encaminhado ao Exmo. Sr. Governador do Estado apresentando-lhe as reivindicações da empresa, contudo, quando o documento encontrava-se em fase final de discussão dentro da Companhia, ocorreu a aprovação da já referida Lei Trípoli, cujos temas se sobrepõe aos desta proposta. Assim, face a esse novo contexto, tal proposição não tinha mais sentido. Dessa forma, o Decreto Lei nº 8468, até o momento, mantém-se inalterado e sem a inclusão de qualquer princípio relacionado à prevenção à poluição. Porém, os princípios e as determinações contidas nesta proposta estão sendo considerados na regulamentação da Lei Trípoli.

Uma outra legislação muito relacionada à prevenção à poluição é o Decreto no. 41.629, de 10/03/97, que dispõe sobre a proteção do meio ambiente e do consumidor no que tange ao uso de CFC, vedando aos órgãos e entidades da Administração Pública Estadual, direta e indireta, a aquisição de produtos e equipamentos contendo "Substâncias Destruidoras da Camada de Ozônio" - SDOS, controladas pelo protocolo de Montreal. Esta legislação vem sendo normalmente aplicada e pode ser considerada como mais uma ferramenta de P2, pois visa a eliminação de uma substância poluente diretamente na fonte geradora, por meio de redução gradativa do seu uso.

Outra lei relacionada com a prevenção à poluição, promulgada no Estado de São Paulo, é a Lei nº 10.311, de 12/05/99, de autoria do, então, Dep. Dráusio Barreto, hoje presidente da CETESB. Esta lei trata da instituição de um "Selo Verde" como certificado de qualidade ambiental a ser concedido a estabelecimentos que executem programas de proteção e preservação do meio ambiente, com efetivo cumprimento das legislações ambientais vigentes. Contudo, esta lei é mais uma à espera de regulamentação.

Verifica-se, portanto, um grande avanço em direção aos conceitos e princípios de P2 na legislação emergente de nosso Estado.

12.4- Programas de Prevenção à Poluição no Município de Paulínia

Algumas empresas do município têm implantado em suas unidades, programas de prevenção à poluição, citamos abaixo dois exemplos:

12.4.1- Orsa Celulose, Papel e Embalagens S/A

Segundo informações do gerente industrial da empresa, Edmar Jesus Aparecido Costa, o programa de prevenção à poluição implementado, promoveu diversas melhorias e modificações no processo produtivo, as quais resultaram em grande redução na quantidade de resíduos sólidos industriais gerados.

12.4.2- Indústria Química Multinacional de Grande Porte

Segundo Alexandre Corrêa de Toledo em monografia de sua autoria, denominada “Sistema de Gerenciamento dos Resíduos Industriais”, apresentada ao Curso de Gestão Ambiental da Faculdade de Engenharia Mecânica – FEM/UNICAMP em fevereiro de 2.001, a principal dificuldade enfrentada por esta empresa durante a implementação de seu sistema de gerenciamento de resíduos industriais, foi à divulgação dos procedimentos para todos os funcionários da empresa, uma vez que estes trabalham em regimes de turnos de revezamento com 5 equipes.

A principal receita para o sucesso deste sistema de gerenciamento tem sido o comprometimento/compromisso de todos os níveis de liderança e uma dedicação reforçada da área que gerencia os resíduos, assistindo e auditando estas áreas em seus procedimentos internos de manuseio destes materiais.

Na seção 18 são demonstrados os resultados obtidos por alguns programas de prevenção a poluição desenvolvidos por empresas do município.

13. Tecnologias Utilizadas para Remediação

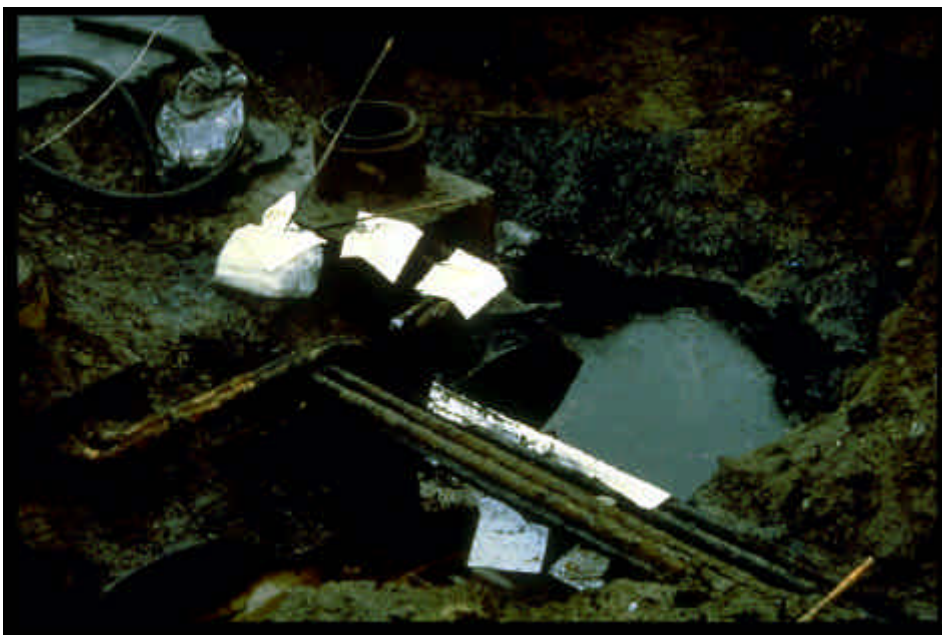
13.1- Tecnologias Utilizadas na Remediação de Áreas Contaminadas

13.1.1- Recuperação do Produto Livre

A recuperação da fase livre do contaminante só é possível quando ele for pouco solúvel em água. Além disto, dependendo da sua densidade relativa, o mesmo pode comportar-se de duas maneiras. Se for mais denso que a água, o contaminante vai estar localizado no fundo do aquífero (DNAPL – Dense Non-Aqueous Phase Liquids), se for menos denso, vai flutuar sobre o nível d'água (LNAPL – Light Non-Aqueous Phase Liquids) (NYER, 1992).

A maioria dos produtos derivados de petróleo são insolúveis e menos densos que a água. A gasolina é formada por uma quantidade enorme de compostos solúveis e insolúveis, ou seja, na subsuperfície, uma parte ficará flutuando sobre a água subterrânea e outra dissolverá pelo aquífero. A figura 13.1 mostra um exemplo de uma ocorrência de óleo em fase livre liberado no ambiente (EPA,1990).

Existem muitos métodos usados para a recuperação da fase livre. Os mais usados são as trincheiras e os poços de bombeamento que podem estar ou não acoplados a um separador óleo/água. Métodos menos comuns, com a extração á vácuo, também pode ser utilizado na recuperação da fase livre, embora seja um método associado ao tratamento da zona não saturada (EPA, 1990).



**Figura 13.1- Vazamento de Óleo Combustível “Fase Livre”
para o Meio Ambiente**

Fonte: EPA, 1999.

Os dois tipos de equipamentos mais comuns para recuperar a fase livre em trincheiras são os “skimmers” e filtros separadores. Os “skimmers” são projetados para flutuar sobre o nível d’água e bombear automaticamente o contaminante livre, sendo que por vezes são equipados com sensores que podem detectar hidrocarbonetos e operar somente quando uma espessura considerada suficiente do contaminante estiver presente. No geral a taxa de recuperação é bastante lenta, dependendo particularmente da permeabilidade do meio. O bombeamento usando um sistema de separação óleo/água pode ser utilizado. Ressalta-se que independentemente do tipo de equipamento, o contaminante recuperado deverá ser estocado em tambores de armazenamento para posterior tratamento (EPA,1990).

Os dois principais tipos de sistemas de recuperação de fase livre, estão vinculados a poços de bombeamento, que são o bombeamento individual (com uma bomba) e o bombeamento duplo (com duas bombas).

No sistema de poço de bombeamento com uma bomba (“Single Pump”), esta é utilizada tanto para retirar o produto em fase livre quanto na fase dissolvida associada a água subterrânea, sendo estes estocados ou tratados em superfície. Este sistema exige a instalação, em superfície, de um sistema de separação da mistura água/contaminante (NYER, 1992).

As vantagens desse sistema estão em seu baixo custo de instalação e manutenção, já que apenas uma bomba é utilizada e o diâmetro do poço pode ser pequeno.

A principal desvantagem é que a água subterrânea é bombeada junto com as fases livre e dissolvidas, resultando em dois obstáculos para o tratamento, sendo eles:

- A mistura água subterrânea/fase livre é mais difícil para se separar em superfície, e;
- Um grande volume de água subterrânea deverá ser tratado.

No sistema de poço de bombeamento com duas bombas (“Dual Pump”), instaladas no poço de recuperação. Uma é utilizada para rebaixar o nível d’água, criando um cone de depressão, bombeando água subterrânea contaminada e impedindo a migração das fases contaminantes existentes (livre e dissolvida); a outra bomba, é posicionada para recuperar somente o produto em fase livre, e cada uma das bombas é equipada com sensores para garantir que cada uma seja operada conforme desejado (NYER, 1992).

Este último sistema é mais utilizado do que o de uma bomba, principalmente porque a mistura do contaminante em fase livre com as águas subterrânea é evitada, possibilitando uma recuperação mais eficiente do produto. Além disso, a bomba de

recuperação da fase livre pode ser operada somente quando uma espessura significativa do poluente estiver presente (EPA, 1990).

O custo com esse método é mais elevado e aumenta, particularmente, se múltiplos poços de recuperação forem instalados se necessário.

A remoção da fase livre também pode ser efetuada pela extração a vácuo, que é o método onde a volatilização natural do contaminante é estimulada pelos gradientes de pressão induzidos no solo, acima do nível d'água, onde parte do contaminante líquido se volatiliza. A taxa de volatilização natural depende principalmente da pressão de vapor do contaminante e do volume dos espaços porosos do solo. A extração à vácuo estimula a volatilização natural do contaminante conduzindo-os até a superfície, onde posteriormente serão tratados (NYER, 1992).

A agência de proteção ambiental americana (EPA,1990), alerta para os riscos associados à recuperação da fase livre, principalmente se ela for derivada de produtos de petróleo que são altamente voláteis com grande potencial de fogo e explosões. Sendo que uma vez identificado o problema tais critérios devem ser devidamente implementados, observando-se dessa maneira, o cuidado com os seguintes aspectos:

- Caracterização do risco;
- Isolar áreas perigosas;
- Eliminar fontes de ignição e,
- Ventilar as áreas e os espaços confinados.

13.1.2- Extração de Vapor do Solo

A extração de vapor do solo é uma tecnologia bem conhecida com uma boa relação custo-efetividade, quando envolve a remediação de solos contaminados, principalmente com compostos orgânicos voláteis. Esta tecnologia é conhecida pela indústria por vários outros nomes, tais como, ventilação do solo ou extração à vácuo.

O processo de extração de vapor do solo envolve a indução de um fluxo de ar na camada do subsolo, através da instalação de poços de bombeamento, causando uma depressão do nível d'água, conduzindo desta forma, uma melhor volatilização "in situ" dos contaminantes. Dependendo da profundidade ou da espessura da camada do solo onde esta ocorrendo a remediação, o processo de extração carrega o ar com os vapores contaminados, que podem ser alcançados através da instalação de poços de extração vertical ou mesmo com dutos de extração horizontais (Suthersan, 1996).

O processo de extração de vapor do solo (EVS), tira proveito da vantagem da volatilidade dos contaminantes para permitir a transferência de massa das fases livres,

dissolvidas e adsorvidas no solo, para a fase vapor, onde esta é removida sob depressão e posteriormente tratada na superfície. Para que este processo seja efetivo, os contaminantes de interesse devem ser voláteis suficientes e terem também uma baixa solubilidade em água, de forma que possa serem drenados do solo e removidos na sua forma gasosa. Estas propriedades são usualmente expressas pela pressão de vapor e pela constante de Henry, dos compostos em pauta (Suthersan, 1996).

A bioventilação é um processo que usa um método similar a extração de vapor do solo em termos de configuração do sistema, mas com um objetivo diferente, a intenção da bioventilação é induzir fluxos de ar, para fornecer oxigênio e maximizar a biodegradação aeróbia dos compostos ao contrário da volatilização, esta diferença na metodologia resulta no fato de que compostos menos voláteis também podem ser tratados pela biodegradação acelerada (Suthersan, 1996).

Em um sistema típico de extração de vapor do solo "in situ" utiliza-se normalmente a instalação de poços de extração de vapor com sopradores ou bomba de vácuo para remover os vapores dos contaminantes das zonas permeáveis para dentro do fluxo de ar (Suthersan, 1996).

As decisões de como tratar os contaminantes presentes no efluente gasoso são diversas e vão depender principalmente do tipo de contaminante envolvido e da taxa de transferência de massa. A extração de vapor do solo (EVS) tem uma série de vantagens, que torna esta tecnologia aplicável a um grande espectro de locais contaminados (Suthersan, 1996):

- A EVS é uma tecnologia aplicada "in situ" que pode ser implementada com uma mínima perturbação do local de operações;
- "EVS" é muito efetiva, removendo a massa do contaminante volátil presente na zona não saturada;
- "EVS" tem vantagens potenciais, por tratar volumes grandes de terras a custos acessíveis;
- Os equipamentos utilizados para a operação deste sistema, podem ser transportados e instalados muito rapidamente e,
- "EVS", uma tecnologia que pode ser facilmente integrada a outras técnicas, que também são requeridas para limpeza de locais contaminados.

A técnica de extração de compostos orgânicos voláteis do solo também tem sido utilizada na zona saturada, o uso desse tratamento é um tanto limitado, pois o rebaixamento artificial do nível d'água só podia ser feito através de uma complexa linha

de operação de drenagem do local, sendo esta operação complicada, tornando o seu custo muitas vezes inviável (MARLEY e col., 1992).

13.1.3- Aspersão de Ar (Colunas de Aeração)

A aspersão de ar é uma técnica de remediação que vem sendo utilizada desde meados da década de 80, com um bom desempenho, quando envolve a remoção de compostos orgânicos voláteis dissolvidos em água subterrânea, adsorvidos e aderidos a solos argilosos da zona saturada, ou mesmo aqueles ligados a solos porosos da zona saturada. Essa técnica é freqüentemente utilizada em conjunto com o sistema de extração a vácuo, visando à remoção de contaminantes absorvidos aos solos (Suthersan, 1996).

As dificuldades encontradas no desenvolvimento de modelos matemáticos, para o monitoramento dos processos de aspersão multifase de ar (isto é, injeção de ar dentro de condições saturadas) contribui para as dificuldades quanto à concepção de processo(s) de remoção dos contaminantes da zona saturada. Mesmo hoje, o projeto de engenharia deste sistema é amplamente dependente do conhecimento empírico e a experiência prática da equipe de projetista (Suthersan, 1996).

Por isso, a aspersão de ar deve ser tratada como uma técnica em rápido desenvolvimento, sendo necessário aperfeiçoamentos contínuos, visando a otimização dos sistemas projetados bem como a melhoria da eficiência de transferência de massa. Tais mecanismos de transferência de massa, durante a aspersão de ar "in situ", baseiam-se nas interações entre os fenômenos físicos, químicos e microbiológicos, vários dos quais ainda não são bem entendidos (Suthersan, 1996).

Um sistema típico de aspersão de ar caracteriza-se como tendo um ou mais pontos para a instalação de poços, no subsolo, através dos quais, o ar é injetado dentro da zona saturada. O conceito desta tecnologia baseia-se no princípio de que o ar injetado é conduzido através da zona saturada na forma de bolhas de ar.

O caminho do fluxo de ar é influenciado pela sua pressão, vazão de ar injetado e a profundidade da injeção muito embora a estruturação e a estratificação da zona saturada do solo pareçam ser fatores predominantes para essas reações.

Para o bom desempenho desta técnica, os canalículos por onde o ar passa podem causar mudanças súbitas e sensíveis na permeabilidade, sendo que os graus dos canais aumentarão conforme o tamanho das aberturas dos poros do solo se tornarem menores. Alguns estudos demonstram que mesmo as mínimas diferenças entre a permeabilidade dos solos, devido a sua estratificação, podem alterar significativamente os resultados do processo de aspersão (Suthersan, 1996).

13.1.4- Biorremediação “In Situ”

Os processos biológicos, que acontecem naturalmente no ambiente podem modificar as moléculas dos contaminantes orgânicos em locais de vazamentos ou durante o seu transporte a partir da subsuperfície. Estas transformações biológicas, que envolvem enzimas como catalisadores, freqüentemente provocam extensas modificações na estrutura e propriedades toxicológicas dos contaminantes. Tais processos bióticos, podem resultar na completa conversão da molécula orgânica, transformando-as na maioria das vezes em produtos inorgânicos inócuos, sendo que algumas mudanças resultam em uma série de novos produtos orgânicos, ou, ocasionalmente, somente conduzindo a modificações secundárias (Suthersan, 1996).

A biodegradação microbiana pode ser definida como uma catálise onde as substâncias são oxidadas ou reduzidas. No caso de compostos orgânicos, a biodegradação freqüentemente, embora não necessariamente, conduz a conversão do carbono, nitrogênio, fósforo, enxofre, e outros elementos dos compostos originais em produtos inorgânicos. Tal conversão de um substrato orgânico para produtos inorgânicos é, normalmente, conhecida como mineralização. Assim, na mineralização de carbonos orgânicos, N, P, S, CO₂ ou formas inorgânicas de N, P, S, são liberados pelos organismos, entrando em contato com as imediações do ambiente. Poucas reações não biológicas naturais, provocam mudanças comparáveis (Suthersan, 1996).

As comunidades naturais de microrganismos presentes na subsuperfície têm uma grande diversidade fisiológica. Os microrganismos podem conduzir a biodegradação em vários tipos de diferentes habitats e ambientes, ambos sob condições aeróbia e anaeróbia. As comunidades de bactérias e fungos podem também degradar uma série de combinações sintéticas e provavelmente toda a forma de produto natural (Suthersan, 1996).

A biorremediação “in situ” é a aplicação de tratamento biológico utilizado para a limpeza de substâncias químicas perigosas presentes na subsuperfície. A otimização e controle das transformações microbianas dos contaminantes orgânicos nos diversos ambientes, requer uma atuação conjunta, com o envolvimento de técnicos dos mais variados segmentos, bem como a análise e integração de muitos estudos científicos (Suthersan, 1996).

Os compostos perigosos que persistem na subsuperfície, resultante da contaminação, não são apropriados em muitos casos para a atividade microbiana que resulta na degradação bioquímica. A otimização das condições ambientais é alcançada pelo entendimento e conhecimento dos princípios biológicos fundamentais, sob os quais estas substâncias são degradadas, e o efeito das condições ambientais nos

microrganismos, bem como nas suas reações metabólicas. A “Pirâmide da Biodegradação” (Figura 13.2) entende que a degradação microbiana de qualquer composto orgânico natural ou sintético consiste basicamente no conhecimento da comunidade microbiana, condições ambientais e na estrutura e características físico-químicas dos compostos orgânicos a serem degradados (Suthersan, 1996).

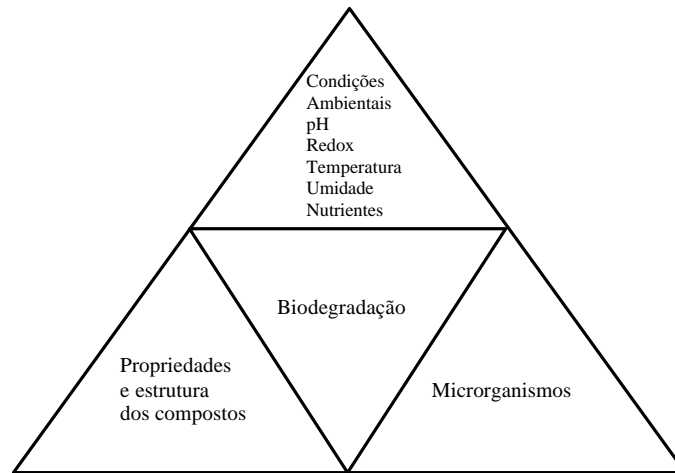


Figura 13.2- Pirâmide da Biodegradação.

Fonte: Suthersan, 1996

Durante a implementação nos EUA do projeto “Superfund” foram desenvolvidas várias técnicas de biorremediação da zona saturada, onde foram testadas e avaliadas a injeção de diferentes fontes de receptor e doadores de elétrons. Atualmente considera-se que a biorremediação é uma tecnologia economicamente viável para biodegradar uma ampla variedade de contaminantes tanto na zona não saturada como na zona saturada sendo que o sucesso do projeto depende do fornecimento adequado de ar como receptor de elétrons, já quando é utilizado outro tipo de receptor, o custo do projeto pode ficar muito elevado (EPA,1993).

13.1.4.1- Processos Metabólicos

Quando ocorre um processo de biorremediação “in situ” , os microrganismos utilizam os contaminantes orgânicos para seu crescimento. Além disso, estes microrganismos também necessitam de nutrientes, tais como nitrogênio, fósforo, ou nutrientes de baixa ciclagem ,como enxofre e traços de elementos, que são necessários para o seu crescimento. Na maioria dos casos, o composto orgânico, que representa uma fonte de carbono e energia, é transformado por processos metabólicos, característicos dos microrganismos heterotróficos (Suthersan, 1996).

Existem duas categorias de transformações. Na primeira, a biodegradação fornece carbono e energia para o crescimento microbiano, proporcionando desta forma ao processo, um aumento relativo do seu crescimento. No segundo, a biodegradação não está ligada (lincada) a multiplicação, mas à obtenção do carbono para a sua respiração de forma que as células mantenham a sua viabilidade. As transformações de cometabolismo também entrarão nesta segunda categoria. Foi observado que um número de células microbianas ou espécies de interesse da biomassa agem no aumento dos compostos de interesse, como acontece na degradação (Suthersan, 1996).

Para os microrganismos heterotróficos, presentes em muitos sistemas naturais, normalmente as quantidades existentes de N, P, S, e outros traços de nutrientes, satisfazem a demanda microbiana. Como o carbono é limitante e como este é o elemento para qual existe uma intensa competição, estes microrganismos têm algumas vantagens interessantes, pois adaptaram uma habilidade específica para crescerem e desenvolverem-se em moléculas sintéticas (Suthersan, 1999).

Antes da degradação de muitos compostos orgânicos, observa-se um período em qual nenhuma degradação de substâncias química é evidente. Este intervalo de tempo é conhecido como período de aclimatação ou, algumas vezes, como adaptação ou fase "lag".

O período de aclimatação varia e pode ser menor que 1 hora, ou de alguns meses. A duração da aclimatação dos microrganismos depende da estrutura química, das condições biogeoquímicas da subsuperfície, e da concentração das substâncias (Suthersan, 1996).

13.1.4.2- Meios de Metabolismo

O projeto de um sistema de biorremediação requer determinação das reações de degradação às quais as fontes dos compostos serão submetidos. Esta seleção envolve forma de metabolismos que poderão ocorrer nos processos. As formas de metabolismos são classificadas de maneira geral como aeróbio e anaeróbio. As transformações aeróbias ocorrem na presença de oxigênio molecular, com este servindo como um receptor de elétrons. Esta forma de metabolismo é conhecida como respiração aeróbia. Reações anaeróbias acontecem somente na ausência de oxigênio molecular e as reações são subdivididas em respiração anaeróbia e fermentação (Suthersan, 1996).

Os microrganismos desenvolveram uma grande variedade de sistemas de respiração. Estes podem ser caracterizados pela natureza dos redutores e dos oxidantes. Em todos os casos de respiração aeróbia, o receptor de elétrons é o oxigênio molecular.

A respiração anaeróbia usa um oxidante inorgânico ou substâncias orgânicas diferente do oxigênio como aceptor de elétron (Suthersan, 1996).

A fermentação é a etapa mais simples das três principais formas de energia que produz metabolismo. Durante a fermentação, compostos orgânicos servem como doadores de elétron e aceptores de elétrons, ocorrendo sob estritas condições anaeróbia, mantendo-se um equilíbrio de oxidação-redução. O nível médio de oxidação dos produtos finais é idêntico à aquele do substrato fermentado. Assim o substrato produz uma mistura final de produtos, um pouco mais oxidado que outros substratos reduzidos. Os produtos finais dependem do tipo de microrganismos mas normalmente incluem uma série de ácidos, álcoois, cetonas, e gases como CO₂, e CH₄. A tabela 13.1 resume as várias reações metabólicas microbianas (Suthersan, 1996).

Tabela 13.1- Resumo das Formas de Metabolismo

Doador de elétron (Receptor)	Receptor de elétrons aceptor(Doador)	Produtos Finais
Respiração Aeróbia		
Substrato Orgânico(benzeno, tolueno, fenol)	O ₂	CO ₂ , H ₂ O
NH ₄	O ₂	NO ₂ ⁻ , NO ₃ ⁻ , H ₂ O
Fe ²⁺	O ₂	Fe ³⁺
S ²⁻	O ₂	SO ₄ ⁻
Respiração Anaeróbia		
Substrato orgânico (benzeno, tolueno, fenol tricloroetileno)	NO ₃ ⁻	N ₂ , CO ₂ , H ₂ O, Cl ⁻
Substrato orgânico (benzeno, tricloroetileno)	SO ₄ ²⁻	S ²⁻ , H ₂ O, CO ₂ , Cl ⁻
H ₂	SO ₄ ²⁻	S ²⁻ , H ₂ O
H ₂	CO ₂	CH ₄ , H ₂ O
Fermentação		
Substrato orgânico	Compostos Orgânicos	Compostos Orgânicos, CO ₂ , CH ₄

Fonte: Suthersan, 1996

13.1.4.5- Recuperação à Vácuo-Ativado

A contenção das águas subterrâneas e/ou recuperação da fase livre do hidrocarboneto (NAPL- Non-Aqueous Phase Liquid) é conseguida, usualmente, através do uso de alguma forma de sistema de bombeamento. Com a remoção da água subterrânea, a uma taxa controlada, é criado um gradiente através do ponto de extração. A área dentro da qual a água subterrânea ou o NAPL se move rumo ao ponto de extração é definida como sendo a zona de captura. A zona de captura de um ponto

de extração particular é limitado pelas propriedades hidrogeológicas naturais do local e a taxa com a qual a água subterrânea é extraída. Tanto a transmissividade da formação quanto a existência de gradientes naturais afetam a zona de captura. Geralmente, para um mesmo tipo de sistemas de extração em particular, quanto mais baixo a transmissividade e quanto mais acentuado for o gradiente natural, menor será a zona de extração. A zona de captura de um ponto de extração pode ser aumentada, aumentando-se a taxa de bombeamento, desde que todos os outros parâmetros não mudem. Um fator limitante é que a queda no nível de líquido resultante do bombeamento não pode exceder a espessura total da camada saturada. O gradiente hidráulico e o rendimento não podem ser aumentados na proporção do aumento da taxa de bombeamento se o rebaixamento tiver alcançado seu valor limite (Suthersan, 1996).

A aplicação de vácuo em um ponto de extração fornece um método para uma melhoria posterior dos gradientes hidráulicos. Por definição, o gradiente hidráulico entre dois pontos é a diferença na pressão hidráulica dividida pela distância de caminhamento do fluxo. A vazão através do aquífero varia diretamente com o gradiente hidráulico. Se o rebaixamento estiver no seu ponto máximo, então a diferença de pressão não pode ser aumentada através da queda do nível da água. Contudo, a diferença de pressão efetiva e por consequência o gradiente hidráulico podem ser aumentados pela aplicação de um vácuo (pressão negativa) no ponto de extração. Isto resulta em um aumento correspondente na taxa de extração de água subterrânea (rendimento).

Por exemplo, o rebaixamento em um poço de bombeamento operando sem vácuo deverá ser igual à diferença entre o nível de água estático e o dinâmico dentro desse mesmo poço. O rebaixamento efetivo no mesmo poço de bombeamento operando com vácuo é equivalente à diferença no nível estático e o dinâmico mais a quantidade de vácuo que é aplicado.

A aplicação de um vácuo em ponto de extração tem vários benefícios: aumenta o gradiente e desta forma aumenta a zona de captura e a taxa de recuperação ou a formação da desumidificação. Nas áreas de camadas saturadas extremamente limitadas, os sistemas de vácuo fornecem uma das poucas alternativas para contenção, quando as trincheiras ou muros de contenção não são viáveis e/ou proibitivos em termos de custos. Estes sistemas também fornecem uma alternativa para uma remediação custo-efetiva em formações de baixa permeabilidade (Suthersan, 1996).

13.1.6- Barreiras Reativas “In Situ”

O conceito das barreiras reativas “in situ” envolve a instalação de barreiras impermeáveis a jusante da pluma da água subterrânea contaminada. A manipulação hidráulica da água subterrânea impactada pode ser direcionada através de portões porosos instalados dentro da barreira impermeável. Os processos de tratamentos projetados especificamente para tratar a fonte dos contaminantes podem ser implantado nessas seções ou nas barreira de tratamento. Uma vez tratada a água subterrânea, após passar pela barreira de tratamento, a mesma segue seu curso natural. O fluxo pelas barreiras de tratamento é conduzido através dos gradientes naturais da água subterrânea, conseqüentemente, estes sistemas são freqüentemente chamado de paredes ou barreiras de tratamento passivo. Se a pluma da água subterrânea é relativamente estreita, uma trincheira reativa permeável pode ser instalada em toda a sua extensão, impedindo assim a necessidade de instalação de barreiras impermeáveis (Suthersan, 1996).

As barreiras reativas “in situ” eliminam ou pelo menos minimizam a necessidade de sistemas mecânicos, reduzindo assim as operações de longo prazo, bem como a manutenção que tão freqüentemente direcionam os custos e ciclo de vida de alguns projetos de remediação.

Além disso, o monitoramento das águas subterrâneas e o atendimento às exigências legais do sistema, podem conduzir para situações economicamente viáveis. A maioria dos trabalhos desenvolvidos com a técnica de “barreiras reativas” originaram-se do Waterloo Center for Groundwater Research, da Universidade de Waterloo, Ontario, no Canadá (Suthersan, 1996).

13.1.6.1- Descrição do Processo

A aplicação das barreiras reativas “in situ” deve ser considerada como uma alternativa para sistemas de bombeamento e tratamento. Estas barreiras reativas são instaladas à jusante do limite da pluma, como uma espécie de sistema de contenção (retenção) ou, imediatamente à jusante da área da fonte, visando prevenir a futura migração, bem como o acréscimo dos níveis da massa de contaminantes. Os processos físicos, químicos, ou microbianos, podem ser implementados nas barreiras porosas reativas (Suthersan, 1996).

Várias configurações dos sistemas de barreiras reativas “in situ” são aceitas, e a aplicabilidade desta tecnologia dependerá das condições geológicas e hidrogeológicas dos locais envolvidos, bem como da distribuição do contaminante nas dimensões verticais e horizontais de um determinado local.

13.1.7- Zonas Reativas “In Situ”

O conceito da técnica de zonas reativas “in situ” resume-se na criação de uma zona de subsuperfície onde a migração dos contaminantes é interceptada e permanentemente imobilizada ou estes degradados a produtos menos perigosos. O sucesso da aplicação desta técnica, requer a capacidade para a formação de dois conjuntos de reações, um entre os reagente injetados e a migração de contaminantes e, outro entre os reagente injetados e o ambiente de subsuperfície. Estas interações serão diferentes para cada local contaminado e, na realidade, podem variar dentro de um determinado local. Dessa forma o principal desafio está em projetar um sistema que controle sistematicamente estas reações de acordo com as variáveis ou as condições adversas encontradas em campo (Suthersan, 1996).

A efetividade da zona reativa é em grande parte determinada pela relação entre a cinética das reações e a taxa pela qual o fluxo de massa do contaminante passa através da barreira. A disposição espacial fixada para uma zona reativa em um aquífero, requer não somente a própria seleção dos reagentes, mas também a taxa e a forma de injeção para garantir uma mistura uniforme dos reagentes dentro da zona reativa. Além disso, estes reagentes devem causar poucas reações de deslocamento, devendo ser relativamente não tóxicos em sua constituição original ou em suas formas de tratamento (Suthersan, 1996).

Ao lidar com contaminantes inorgânicos dissolvidos, como metais pesados, a seqüência do processo exigida para um sistema de bombeamento e tratamento (pump and treat system) visando a remoção de metais pesados dissolvidos, presentes na água subterrânea, torna-se muito complexo e dispendiosa. Além disso, a disposição do lodo metálico, na maioria dos casos como um resíduo perigoso, torna seu custo muito elevado. Dessa forma, os métodos de tratamento “in situ” capazes de alcançar as mesmas reações de remoção de massa para contaminantes dissolvidos dentro um ambiente “in situ” está evoluindo e ganhando espaço, gradualmente, na indústria da remediação (Suthersan 1996).

Segundo (Suthersan 1996), as vantagens do tratamento “in situ”, direcionadas para a remediação de águas subterrâneas contaminadas são as seguintes:

- Tecnologia aplicada “in situ”: elimina a dispendiosa infra-estrutura requerida para o bombeamento e tratamento de sistemas, sem nenhuma disposição de efluentes ou resíduos.

- Custo de instalação: O custo mais elevado para a aplicação desta técnica esta na instalação de poços de injeção.
- Custo de operação: os reagentes são injetados a baixas concentrações, e conseqüentemente há uma redução do seu custo; exigindo-se somente o monitoramento da qualidade da água subterrânea sem qualquer necessidade de disposição de grandes volumes de água e lodos.
- Pode ser usado para remediar locais profundos: (alguns conjuntos de poços de injeção podem ser instalados visando alcançar locais mais profundos).
- Uma vez o sistema instalado, as operações de local podem continuar com o mínimo de interrupções .
- Degradação do contaminante "in situ": (contaminantes orgânicos podem ser degradados pela aplicação de reações apropriadas).
- Imobilização dos contaminantes: (utilização da capacidade de adsorção do solo e sedimentos, sem filtros ou retenção de contaminantes inorgânicos).

13.1.8- Fraturamento Hidráulico e Pneumático

Solos com baixa permeabilidade como argilas e siltes representam um desafio para a remediação "in situ". A baixa capacidade de transmitir fluidos destas formações faz com que as técnicas de limpeza convencionais, como a extração de vapor do solo e a biorremediação, tornem-se ineficazes (Suthersan,1996).

A pouco tempo atrás, foram desenvolvidos métodos, denominados de, fraturamento hidráulico e pneumático, que induzem a formação de fraturas em solos densos (com produção de fraturas maiores), visando o aumento da transferência de massa de contaminantes. As fraturas formadas criam um aumento da permeabilidade efetiva e há mudança das rotas de fluxo dos fluídos, tornando assim a remediação "in situ" mais eficiente e econômica. A técnica do fraturamento também reduz significativamente o número de poços de extração, diminuindo dessa maneira o tempo dispensado para este trabalho, reduzindo-se conseqüentemente os custos (Suthersan, 1996).

O fraturamento pneumático consiste na injeção de ar altamente pressurizado ou algum tipo de outro gás, para aumentar as fraturas existentes nos sedimentos contaminados, criando assim uma rede secundária de fissuras e canais. Este processo acelera a remoção de contaminantes através da utilização de técnicas como, extração de vapor do solo, bioventilação e biodegradação "in situ". Normalmente, o fraturamento

pneumático é usado em formações onde as fraturas permaneceram abertas por muito tempo sem suporte ou apoio.

O fraturamento hidráulico envolve a injeção de um fluido em pequenas quantidades, e em altíssima pressão, na matriz do solo a ser fraturado. Uma vez que a água é injetada a alta pressão, a mesma age como uma lâmina afiada, entalhando o fundo da rocha, como se fosse uma sonda: este entalhe se torna o ponto de partida para uma nova fratura. Uma mistura de areia e gel biodegradável, na qual forma uma espécie de lama, é então bombeada a alta pressão para criar uma fratura distinta. Como o gel se degrada, este deixa uma fratura altamente permeável forrada de areia, que age como um agente de suporte, impedindo o desmoronamento da fratura (como agente preventivo para um eventual colapso da fratura). As fraturas, assim formadas, podem ser utilizadas para potencializar as várias outras tecnologias “in situ” conforme previamente discutidas.

$K_o > 1$ para sedimentos consolidados.

13.1.9- Fitorremediação

A técnica da fitorremediação baseia-se no uso de plantas para a remediação de contaminantes do solo ou de águas subterrâneas, podendo ser usada tanto para a remediação de contaminantes inorgânicos como orgânicos. A fitorremediação ocorre principalmente na região da rizosfera da planta (Figura 13.3). A fitorremediação de contaminantes inorgânicos pode ser categorizada em fitoestabilização e fitoextração (Suthersan, 1996).

A fitoestabilização é o uso de plantas para estabilizar o solo contaminado diminuindo assim os processos de erosão eólica e da água, diminuindo também a infiltração da água e lixiviando subsequente os contaminantes (Suthersan, 1996).

A fitoextração é a remoção de contaminantes inorgânicos na superfície por partes da planta. Quando são colhidos os brotos e folhas, os contaminantes inorgânicos são recuperados concentrando-se na biomassa da planta, podendo assim serem dispostos (Suthersan, 1996).

No passado as plantas foram usadas para remediação. Várias espécies de plantas flutuantes aquáticas e os microorganismos associados a estas, foram usados por mais de uma década especificamente para tratamento de efluentes municipais e industriais. Espécies de plantas devem ser pesquisadas e selecionadas para que possam extrair, assimilar ou retirar quimicamente os contaminantes orgânicos das áreas contaminadas (Suthersan, 1996).

Os metais pesados podem ser carregados e bioacumulados nos tecidos das plantas. Muitos desses compostos inorgânicos que são considerados contaminantes, na realidade, são nutrientes vitais da planta e podem ser absorvidos pelas raízes, para ajudar no seu crescimento e desenvolvimento da planta (Suthersan, 1996).

As vantagens da fitorremediação são seus baixos custos de investimento, benefícios estéticos, minimização de contaminantes lixiviados, bem como a estabilização do solo. O custo operacional de fitorremediação também é substancialmente menor, envolvendo principalmente a fertilização balanceada e regas constantes com água para se manter o crescimento da planta. No caso da remediação de metais pesados, os custos operacionais adicionais, também incluem a colheita, disposição da massa contaminada absorvida pela planta e o replantio das mudas, para que seja dado um novo ciclo de crescimento das plantas (Suthersan, 1996).

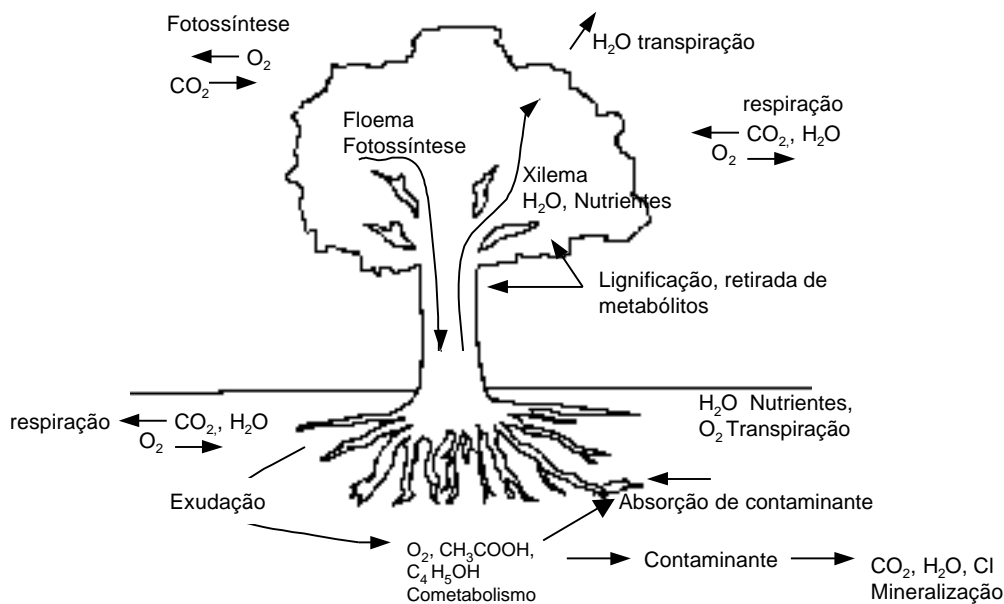


Figura 13.3- Ciclo de Contaminação Através de uma Árvore

Fonte: SUTHERSAN, 1996

Algumas limitações da fitorremediação, ocorre quando altas concentrações de contaminantes estão presentes abaixo da rizosfera, não podendo desta forma serem extraídos do solo. Devido a essa alta concentração e toxicidade, causada abaixo da zona da raiz, estes poluentes agredem significativamente os solos, alterando o metabolismo das plantas, prejudicando o seu crescimento e desenvolvimento. Além disso, o processo de remediação por espécies vegetais, além de trabalhoso na sua manutenção, o mesmo pode levar anos para que as concentrações de contaminantes encontradas inicialmente alcancem níveis regulares ou aceitáveis, exigido assim, um compromisso a longo prazo, por parte do usuário que opte por esta tecnologia.

A fitorremediação é mais adequada para os locais com contaminantes moderadamente hidrófobos, como benzeno, tolueno, etilbenzeno, xilenos, solventes clorados, PAHS, nitrotolueno, restos de munição, excesso de nutrientes como nitrato, amônia, fosfato, e metais pesados.

13.1.10- Bombeamento e Tratamento em Superfície da Água Contaminada (Pump and Treat System)

Consiste na extração de águas subterrâneas através de uma rede de poços de bombeamento que inverte o fluxo subterrâneo, evitando o aumento da pluma de contaminação e, ao mesmo tempo, promovendo a remoção dos contaminantes e em alguns casos a recuperação da qualidade do aquífero. As águas bombeadas podem ser tratadas por diferentes métodos, sendo necessário, um estudo de tratabilidade para a melhor escolha da técnica a ser empregada (Suthersan, 1996).

Até pouco tempo atrás, quase todos os sistemas de limpeza de água subterrânea instalados nos E.U.A, envolveram uma série de técnicas chamadas " bombeamento e tratamento ". Entre 1982 e 1992, 73% dos acordos de limpeza em locais do "Superfund" para água subterrânea contaminada, especificamente, adotaram a técnica de bombeamento e tratamento. Na maioria destes locais, a meta de limpeza é a de restabelecer a qualidade do aquífero, de forma que a água extraída possa estar pronta para o consumo, sem tratamento adicional. Ainda, dentro dos últimos anos, a experiência da indústria indica, que o padrão de água para consumo pode ser essencialmente impossível de ser alcançado em um prazo razoável, para determinados locais (Suthersan, 1996).

A curva de remoção teórica mostra o número de volumes de poros, que a água subterrânea deve ser bombeada para remover a contaminação, assumindo que os contaminantes foram dissolvidos rapidamente. A curva real de remoção mostra número de volumes de poros e que a água subterrânea deverá ser bombeada, para remover a contaminação quando fontes de poluição significantes de contaminantes insolúveis estão presentes (Suthersan, 1996).

Sistemas de bombeamento e tratamento podem ser projetados para reunir dois objetivos muito diferentes: (1) retenção, para impedir que a contaminação se espalhe , e (2) restauração, para remover a massa de contaminante. No sistema de bombeamento e tratamento projetados para a retenção, a taxa de extração é geralmente estabelecida como sendo a taxa mínima suficiente, para prevenir o aumento da zona contaminada (Suthersan, 1996).

13.1.11- Tecnologias de Estabilização e Solidificação

A estabilização consiste em um estágio de pré-tratamento através do qual os constituintes perigosos de um resíduo são transformados e mantidos nas suas formas menos solúveis ou menos tóxicas. Tais transformações se dão por meio de reações químicas que fixam elementos ou compostos tóxicos em polímero impermeáveis ou em cristais estáveis. Quanto às características físicas do resíduo, estas podem ou não ser alteradas e melhoradas (ROCCA e col., 1995).

A solidificação, por sua vez, é uma forma de pré-tratamento que gera uma massa sólida monolítica de resíduo tratado, melhorando tanto a sua integridade estrutural, quanto a suas características físicas, tornando assim mais fácil o seu manuseio e transporte.

Portanto, a estabilização/solidificação tem como objetivos: melhorar as características físicas e de manuseio dos resíduos, diminuir a área superficial através da qual possa ocorrer a transferência ou perdas de poluentes, limitar a solubilidade ou detoxificar quaisquer constituintes perigosos contidos no resíduo.

A estabilização/solidificação não é uma forma de tratamento que se justifique para qualquer tipo de resíduo. A decisão técnica e econômica sobre que tipo de resíduo deve ou não ser submetido a tal processo de tratamento, baseia-se em dados sobre a sua quantidade, composição e propriedades físicas, locais de geração e problemas quanto a sua disposição final. É importante verificar também a eficiência e os custos associados aos sistemas de tratamento disponíveis comercialmente e que são aplicáveis ao resíduo em questão. Os resíduos classificados como perigosos e gerados em grandes quantidades são os que comumente justificam esse tipo de tratamento. Além desses, alguns tipos de resíduos não perigosos também podem ser tratados dessa maneira, a fim de torná-los mais fáceis de manusear e mais difíceis de perder os constituintes indesejáveis que possam contaminar a água subterrânea quando dispostos no solo (ex.: lodos da limpeza de unidade de gaseificação, fluídos de perfuração de poços entre outros) (CASTRO-NETO, Comunicação Pessoal).

As tecnologias disponíveis para a estabilização/solidificação melhor se aplicam aos resíduos inorgânicos do que os orgânicos, pois esses últimos ocorrem nas fontes de geração de resíduos de forma diversificadas e apresentam propriedades físico-química e biológica muito variadas.

Não é recomendável que resíduos com mais de 10 a 20% de constituintes orgânicos sejam tratados pelas técnicas de fixação comerciais existentes, uma vez que estes constituintes orgânicos, interferem nos processos físicos e químicos, os quais são importantes para manter agregados os resíduos. Algumas instalações que tratam

grandes volumes de resíduos inorgânicos podem aceitar pequenos volumes de resíduos orgânicos específicos, que serão misturados aos primeiros em baixas concentrações. Os tratamentos que melhor se aplicam aos resíduos orgânicos são a decomposição por sistemas biológicos e a incineração (ROCCA e col. 1995).

Assim sendo, os resíduos que são efetivamente estabilizados/solidificados constituem-se de material inorgânico em solução ou suspensão aquosa contendo consideráveis quantidades de metais pesados ou sais inorgânicos.

13.1.11.1- Descrição do Processo

Processos de estabilização/solidificação são classificados como fixação inorgânica e técnicas de encapsulamento. Na estabilização os processos baseiam-se na utilização de materiais como cimento, cal, silicatos e argilas, enquanto que na solidificação são empregados polímeros orgânicos específicos.

A seguir serão citados alguns exemplos de processos e técnicas:

- Processo à base de cimento;
- aditivos;
- impregnação com polímeros;
- revestimento superficial;
- Processo à base de cal e materiais pozolânicos (não incluindo cimento);
- Processo à base de cimento e materiais pozolânicos;
- Técnicas à base de polímeros;
- Técnicas à base de polímeros orgânicos;
- Técnicas de encapsulamento superficial;
- Técnicas de auto-solidificação e
- Técnicas de transformação em vidro, produção de minerais sintéticos ou cerâmicos.

13.2- Tecnologias de Remediação Aplicadas nos E.U.A

De acordo com dados da EPA, aproximadamente dos 149 projetos inscritos no programa de recuperação e conservação, Resource Conservation and Recovery Act (RCRA), underground storage tank (UST), que são específicos para programas envolvendo tanques de armazenamento subterrâneo foram utilizadas as seguintes tecnologias de remediação, para estes locais considerados prioritários pela agência ambiental americana.

Tecnologias Utilizadas para Remediação

- 61 locais (41%) – bombeamento e tratamento (pump and treatment);
- 32 locais (21%) – aspersão de ar (colunas de aeração). (air sparging);
- 15 locais (10%) – extração de vapor do solo (soil vapor extraction)
- 07 locais (4,7%) – biorremediação (biorremediation);
- 05 locais (3,3%) – barreira reativas (reactive walls);
- 03 locais (2.0%) – fitorremediação (fitorremediation);

O restante dos locais utilizaram-se de técnicas como incineração, solidificação e estabilização, recuperação à vácuo e outras tecnologias inovativas, que ainda encontram-se em estudos (EPA, 1993).

Cabe ressaltar que os 149 locais contaram com o suporte financeiro do SUPERFUND, para a remediação de áreas contaminadas por vazamentos de petróleo.

14. ECONOMIA AMBIENTAL

14.1- INSTRUMENTOS ECONÔMICOS E MEIO AMBIENTE

14.1.1- INTRODUÇÃO

As questões ambientais, historicamente, têm sido colocadas em confronto com as questões econômicas, gerando uma incompatibilidade entre desenvolvimento econômico e proteção ambiental.

Se, de um lado, constatamos que o desenvolvimento industrial, a urbanização, a utilização intensiva dos recursos naturais têm contribuído de forma significativa para a degradação ambiental, de outro, verificamos que a tendência atual almeja um efetivo equilíbrio entre desenvolvimento e meio ambiente.

A aspiração pelo desenvolvimento sustentado incentiva a implementação de novos instrumentos de gestão ambiental, que descaracterizem o meio ambiente como impeditivo ao desenvolvimento e que internalizem os custos ambientais de forma a dar ao meio ambiente o seu efetivo valor.

A Política Ambiental dos países desenvolvidos e em desenvolvimento tem se caracterizado principalmente por medidas que se denominam de comando e controle.

Essas medidas representam um amplo espectro de instrumentos que incluem proibições sobre a fabricação de certos produtos ou a adoção de certos processos, bem como normas baseadas em aspectos tecnológicos e de desempenho.

Baseada na experiência da real efetividade desses instrumentos, marcados pela grande rigidez diante de situações em geral muito mais complexas que as estancas hipóteses legais, grande parte da recente política ambiental vem se direcionando no sentido de implementar mudanças, propondo instrumentos mais flexíveis, que dão maior autonomia aos indivíduos e às empresas para escolher de que forma cumprir o estabelecido nas normas ambientais.

Em decorrência desse processo, verificamos um crescente interesse pelos instrumentos econômicos, baseados em leis de mercado, que, até certo ponto, ampliam as possibilidades para o cumprimento das normas ambientais.

A política ambiental, ao adotar esse tipo de instrumentos, deve considerar o seu efeito final para a melhoria da qualidade do ambiente.

Entre esses instrumentos, vêm sendo utilizadas, com grande frequência, as Licenças de Poluição Comerciais, através das quais se estabelece um limite máximo de poluição para uma determinada área, permitindo que uma fonte pontual possa

ultrapassar seus próprios limites (adquirindo o direito de poluir de outra fonte que esteja abaixo dele), sendo necessário, entretanto, que não se ultrapasse o limite total de poluição estabelecido para aquela área. Também são instrumentos comumente utilizados as Taxas para Lançamento de Emissões ou Efluentes, que estabelecem um limite de emissão para cada fonte e não poderá ser excedido. Existem, também, as compensações a proprietários de terras particulares pelo não aproveitamento de áreas sensíveis, através de Direitos Transferíveis de Desenvolvimento, e as Taxas de Impacto, que obrigam os empreendedores a implantar a infra-estrutura necessária para diminuir os impactos do empreendimento.

Em qualquer dos casos, a decisão de contaminar determinado lugar ou de remediar a contaminação implica um preço (o custo da oportunidade), o qual se compara aos custos marginais derivados de reduzi-la, para determinar se vale a pena pagá-lo.

Para que sua aplicação seja eficiente, é necessário que os instrumentos econômicos apresentem objetivos ambientais, que guiem as decisões sobre, por exemplo, o nível de uma taxa por lançamento de emissões, ou o número de licenças de poluição a serem expedidas para comercialização.

Nos países em desenvolvimento, temos encontrado poucas experiências de aplicação de instrumentos econômicos puros, mas alguns vêm sendo incorporados a estruturas normativas. É freqüente, por exemplo, que as taxas por lançamento de emissões estejam inseridas em normas de emissões, na forma de multas pelo não cumprimento dos padrões adotados.

Alguns estudos tentam explicar por que, apesar de sua conhecida eficácia, aplicam-se tão escassamente os instrumentos baseados no preço, como seriam os impostos pela poluição. Assinala-se que, para os agentes poluidores, tais impostos significam uma carga adicional em comparação à medida baseada na quantidade, pois esta fixa um preço para a contaminação que não baixa o limite quantitativo fixado.¹

Em uma perspectiva mais ampla, têm-se defendido a possibilidade da utilização de instrumentos mistos, que combinam medidas de comando e controle, baseadas no estabelecimento de limites da poluição, com instrumentos econômicos baseados no preço.

Este estudo pretende oferecer um panorama geral sobre quais são e de que maneira vêm sendo usados os instrumentos econômicos para a proteção ambiental.

14.1.2- Economia e Meio Ambiente

Economia e meio ambiente são aspectos cada vez mais interligados. Ambientalistas e economistas vêm se desdobrando para elaborar um modelo de

desenvolvimento que seja sustentável, assentado em bases realistas, respeitando uma relação de solidariedade entre as gerações presentes e futuras, encontrando equilíbrio entre Humanidade e Natureza.

Esse modelo de desenvolvimento deve ser regionalmente equilibrado, proporcionar a redução das diferenças existentes entre centro e periferia, zona rural e urbana, litoral e interior, valorizando o direito a um ambiente harmonioso.

Há ainda de ser socialmente justo, capaz de favorecer a integração social, promover e proteger os direitos humanos, respeitar a diversidade e proporcionar a igualdade de oportunidades.

De maneira geral, as nações vêm procurando modelos econômicos mais sustentáveis, que, além de garantir o crescimento econômico, garantam o equilíbrio ambiental.

A economia brasileira se encontra ainda em uma encruzilhada entre retornar ao modelo econômico desenvolvimentista ou adotar definitivamente o modelo monetarista.

O modelo desenvolvimentista defende o planejamento econômico, o apoio à atuação do Estado na economia, reivindica barreiras contra as importações, cria subsídios para empresas nacionais, admite algum nível de inflação em troca do crescimento da economia e controla a entrada e a saída de capitais.

Esse modelo, adotado em nosso país na década de 70, época do “milagre econômico”, embora considerasse imprescindíveis ao desenvolvimento a poluição decorrente da industrialização e a utilização predatória dos recursos naturais, implementou vários instrumentos de comando e controle destinados a minimizar os seus efeitos.

Já o modelo monetarista, que vêm sendo adotado nos últimos anos, defende o livre mercado, a desestatização da economia, o livre fluxo de capitais, a diminuição das despesas públicas, a livre concorrência entre capitais internos e externos e a inflação baixa, ainda que à custa de grande recessão e desemprego.

Este modelo tende a adotar instrumentos econômicos para adequar as questões ambientais, acreditando que, através da internalização dos custos ambientais, poderá influir no mercado de forma a induzir a um consumo sustentável.

14.1.3- Desenvolvimento Econômico e Meio Ambiente

O conceito de desenvolvimento econômico surgiu após a 2ª Guerra Mundial, calcado em uma teoria econômica que depositava na ação regulatória do Estado a possibilidade de manutenção de taxas de crescimento elevadas.

Este conceito surgiu como fundamento de uma ideologia altamente otimista, que preceituava a utilização cada vez maior dos recursos naturais e desconsiderava as conseqüências da degradação ambiental decorrente da atividade econômica, não estabelecendo limites para a utilização de matérias-primas e energia (input), nem para a poluição (output).

A teoria econômica na qual se baseava a ideologia desenvolvimentista surgiu na década de 30, em decorrência do desemprego, da mão-de-obra e do capital; decorrentes da crise e da conseqüente necessidade de maximizar sua utilização.

O aquecimento da economia fez com que aumentasse a utilização dos insumos, e, como os recursos naturais eram considerados abundantes e a energia, barata, nada mais natural que fossem utilizados sem limites.

Os custos com a utilização dos recursos naturais e com a geração de efluentes ficavam totalmente à margem da economia, sem serem internalizados, especialmente em decorrência do fato de que, até então, a noção de riqueza era identificada com a de preço.

Como o preço é determinado por uma conjunção de custos, escassez relativa e demanda, a abundância faz com que caiam os preços. Conseqüentemente, o custo representado pela utilização dos recursos naturais é nulo, o que faz com que haja um aumento de riqueza.

Nesta fase, o Estado funcionava como impulsor da atividade econômica, financiado especialmente por grandes instituições de fomento, como o Banco Mundial e o Banco Panamericano.

Cabe aqui transcrever as palavras do professor Renato Capardi:

“A crítica à irresponsabilidade com que a teoria econômica enfrentava os problemas de ordem ambiental começou a surgir primeiro entre os cientistas da natureza.

Em 1969 um grupo de cientistas de alto prestígio assinou um manifesto que fez eclodir o debate. Seu título, “Blueprints for survival”, chamava a atenção para o fato de que o futuro da humanidade estava em questão. Pouco depois, uma organização não-governamental, o Clube de Roma, contratou uma equipe de cientistas que elaborou uma

projeção assentada sobre as tendências então imperantes; o resultado foi uma inequívoca previsão de catástrofe para as primeiras décadas do século XXI.

O tom alarmista do *Limites ao Crescimento* desencadeou várias avaliações contrárias, mas o impacto foi inequívoco: a questão natural doravante faria parte da teoria econômica, tanto a nível dos insumos como a nível dos efluentes e rejeitos. Inclusive porque, a nível concreto, já em 1973, durante a crise de uma guerra no Oriente Médio, os preços do petróleo foram quadruplicados. A isso seguiu-se um processo especulativo sobre quase todas as matérias-primas básicas, com elevada alta de preços.

A economia do mundo desenvolvido altamente dependente desses recursos, sofreu forte impacto.⁽¹⁾

Como consequência, os países de economia de mercado passaram a apresentar tendências inflacionárias crônicas e queda no nível de desenvolvimento.

Verificou-se então que o sistema devia passar a atuar sobre os custos e não mais sobre a demanda, o que significou uma importante redução dos desperdícios de material, energia e mão-de-obra.

Na tentativa de solucionar os problemas decorrentes do desenvolvimentismo, surgem duas concepções concorrentes.

A primeira, representada pelo neoliberalismo, é calcada na contenção de custos e na austeridade; e a segunda, a teoria do desenvolvimento sustentável, combina os mecanismos de correção econômica com medidas de controle administrativo e decisões pactuadas entre os diversos atores sociais, pretendendo corrigir os hábitos de consumo adotados pelos países ricos e impô-los aos países pobres com as características de um consumo sustentável.

Nos dias atuais o conceito de desenvolvimento econômico vem sofrendo cada vez mais revisões e a tendência mundial é a de se adotar o conceito mais amplo: o de desenvolvimento sustentável".

(1) Renato Capardi. Do desenvolvimento econômico ao desenvolvimento sustentado.

14.1.4- A Sustentabilidade Ambiental

Os impactos do desenvolvimento econômico sobre o meio ambiente natural vêm se intensificando e trazendo consigo crescentes riscos para a sustentabilidade ambiental das economias e para a vida em sociedade.

Com o avanço da globalização da economia, estão em jogo os ciclos e ecossistemas que sustentam todas as dinâmicas sociais e econômicas.

Torna-se fundamental a implementação de políticas públicas que permitam um crescimento econômico dentro dos princípios de desenvolvimento sustentável, promovendo a preservação da natureza e o equilíbrio dos ecossistemas, a superação da pobreza e da injustiça social, objetivando a melhoria da qualidade de vida de todos.

É necessário que se encontrem novas fórmulas, que conciliem o crescimento econômico com justiça social e, em especial, com prudência ecológica.

Os países vêm se preocupando em encontrar essas fórmulas, e a Conferência do Rio, realizada em 1992, trouxe uma contribuição de fundamental importância em direção a esse objetivo.

A Agenda 21 pretende mostrar os caminhos para se chegar ao desenvolvimento sustentado, e conhecê-los é imprescindível para os nossos estudos.

14.1.4.1- O Desenvolvimento na Agenda 21

O Capítulo 8 da Agenda 21 fala da integração entre meio ambiente e desenvolvimento na tomada de decisões e estabelece quatro áreas de programas que tratam dessa integração nos planos político, de planejamento e de manejo, da criação de uma estrutura legal e regulamentadora eficaz, da utilização de instrumentos econômicos e de incentivos do mercado e do estabelecimento de sistemas de contabilidade ambiental e econômica integrados.

Para cada uma dessas áreas estabeleceu a base de ação, os objetivos, as atividades e a forma de implementação, as quais consideramos de fundamental importância citar.

14.1.4.1.1- Integração Entre Meio Ambiente e Desenvolvimento

A aplicação das normas ambientais pode significar custos econômicos e sociais de vulto. Os sistemas de tomada de decisão vigentes em muitos países em desenvolvimento tendem a separar os fatores econômicos, sociais e ambientais nos planos político, de planejamento e de manejo. Torna-se necessário, portanto, uma reformulação do processo de tomada de decisões, caso se deseje colocar o meio ambiente e o desenvolvimento no centro das tomadas de decisões políticas e econômicas.

Nos últimos anos, alguns governos começaram a fazer mudanças nas suas estruturas institucionais, de forma a permitir uma consideração mais sistemática do meio ambiente no momento em que se tomam decisões de caráter econômico, social, fiscal, energético, agrícola etc, bem como das

implicações decorrentes das políticas adotadas nessas áreas para o meio ambiente.

O objetivo geral é melhorar ou reestruturar o processo de tomada de decisões, de modo a integrar plenamente a esse processo as questões socio-econômicas e ambientais, garantindo, ao mesmo tempo, uma maior participação do público.

A integração de fatores econômicos, sociais e ambientais no processo de tomada de decisões exige a adoção de novas estratégias. O monitoramento, as avaliações prévia e sistemática, o aperfeiçoamento dos sistemas de dados e dos métodos analíticos do processo de desenvolvimento representarão uma melhoria dos sistemas de planejamento e manejo, facilitando a consideração integrada das questões sociais econômicas e ambientais nas tomadas de decisão.

O planejamento deverá, de um lado, ser descentralizado, possibilitando a participação de níveis mais baixos da administração e das comunidades locais na tomada de decisão e, de outro, adotar abordagens flexíveis e integradoras, que permitam a consideração de metas múltiplas e a adaptação a novas necessidades, enfocando, por exemplo, diferentes ecossistemas ou diferentes bacias hídricas.

A transparência e a confiabilidade quanto às implicações das políticas econômicas e setoriais sobre o meio ambiente serão asseguradas através do acesso público às informações pertinentes, facilitando a recepção das opiniões e abrindo espaço para sua participação efetiva.

Os instrumentos políticos (jurídicos/regulamentadores e econômicos) utilizados como ferramenta de planejamento e manejo devem ser periodicamente examinados e adaptados, para que não percam sua eficácia.

É necessário que seja intensificada a capacitação dos recursos humanos, através de treinamento sistemático de funcionários públicos, planejadores e gerenciadores, enfocando a necessidade de integração e as técnicas de planejamento e manejo adequadas.

Finalmente, o meio ambiente e o desenvolvimento só serão considerados de forma integrada, após a tomada de consciência dos círculos especializados e do público em geral sobre a necessidade dessa integração e do fortalecimento da capacidade e do potencial institucionais para integrar as questões de caráter social, econômico, ambiental, descartando as abordagens setoriais, implementando uma coordenação e uma cooperação plenamente intersetoriais.

14.1.4.1.2- Estrutura Jurídica e Regulamentadora Eficaz

Leis e regulamentações são instrumentos extremamente importantes para transformar as políticas de meio ambiente e desenvolvimento em ações, não apenas por

meio de métodos tipo “ordem e acompanhamento”, mas também enquanto estrutura regulamentadora para o planejamento econômico e os instrumentos do mercado. Mesmo assim, embora o volume de textos jurídicos da área venha aumentando constantemente, boa parte do processo legislativo em muitos países parece ocorrer de forma pontual ou não foi dotado da maquinaria institucional e da autoridade necessárias a sua aplicação e a seu ajuste, quando oportuno.

Para integrar eficazmente meio ambiente e desenvolvimento nas políticas e práticas de cada país, é essencial desenvolver e implementar leis e regulamentações aplicáveis, eficazes e baseadas em princípios sociais, ecológicos, econômicos e científicos. Se faz igualmente indispensável o desenvolvimento de programas viáveis para verificar e impor a observância das leis, regulamentações e normas adotadas.

O objetivo geral de aperfeiçoamento da legislação é o de promover a integração entre as políticas de meio ambiente e desenvolvimento por meio da formulação de leis, regulamentos, instrumentos e mecanismos coercitivos adequados em nível nacional, estadual e local.

Tal objetivo poderá ser alcançado com a disseminação de informações sobre inovações legais e regulamentadoras eficazes na área de meio ambiente e desenvolvimento.

Uma avaliação das leis e dos regulamentos vigentes se faz necessária para que se possam estabelecer procedimentos judiciais e administrativos que objetivem compensar e remediar ações que afetem ao meio ambiente e ao desenvolvimento e que infrinjam leis ou direitos protegidos por lei.

Além disso, é preciso estabelecer um programa integrado de serviços de informação jurídica em matéria de meio ambiente e desenvolvimento (direito do desenvolvimento sustentável), bem como um programa de treinamento que inclua ao mesmo tempo a aplicação concreta e o aperfeiçoamento das leis vigentes.

É preciso que se promulguem leis, regulamentos e normas aplicáveis e eficazes, apoiados em princípios econômicos, sociais e ambientais saudáveis e em uma avaliação adequada dos riscos, incorporando as sanções destinadas a punir violações, obter compensação e impedir violações futuras.

Para tanto são necessários mecanismos para a participação adequada de indivíduos e grupos na formulação e aplicação de leis e regulamentos relativos a meio ambiente e desenvolvimento

14.1.4.1.3- Utilização Eficaz de Instrumentos e Incentivos de Mercado

As leis e regulamentações ambientais são importantes, mas não podem, por si só, pretender resolver todos os problemas relativos ao meio ambiente e ao desenvolvimento. Preços, mercados, políticas fiscais e econômicas também desempenham um papel complementar na determinação de atitudes e comportamentos em relação ao meio ambiente.

Durante os últimos anos, sobretudo nos países industrializados, mas também nos países em desenvolvimento, vem se intensificando o uso de abordagens econômicas, inclusive as voltadas para o mercado, implantando alguns princípios já consagrados, como o do “poluidor-pagador”, conceitos mais recentes, como o do “usuário-pagador”.

O aumento da capacidade de lidar com as questões do meio ambiente e do desenvolvimento poderá se dar por meio da adoção do uso mais eficaz e disseminado das abordagens econômicas orientadas para o mercado, dentro de uma estrutura ampla de políticas, leis e regulamentações voltadas para o desenvolvimento.

E, principalmente, é necessário incorporar os custos ambientais às decisões de produtores e consumidores e com isso inverter a tendência a tratar o meio ambiente como um “bem gratuito”, o que implica, na verdade, repassar os custos a outros setores da sociedade, outros países, ou às gerações futuras.

As experiências com a utilização de instrumentos econômicos e mecanismos de mercado deverão reorientar as políticas públicas, de forma a estabelecer combinações eficazes de abordagens econômicas, regulamentadoras e voluntárias (auto-reguladoras), eliminando subsídios que não se coadunem aos objetivos do desenvolvimento sustentável e reformulando as atuais estruturas de incentivos econômicos e fiscais para atingir os objetivos do meio ambiente equilibrado e do desenvolvimento.

É preciso ainda que se estabeleça uma estrutura política que estimule a criação de novos mercados na luta contra a poluição e no manejo ambientalmente saudável dos recursos, avançando-se para uma política de preços coerente com os objetivos do desenvolvimento sustentável.

Ainda para a Agenda 21, o uso dos instrumentos econômicos e dos mecanismos de mercado deverá ser eficaz, especialmente nas questões relacionadas à energia, transportes, agricultura e silvicultura, água, resíduos, saúde, turismo e serviços.

Sendo o uso de instrumentos econômicos e mecanismos de mercado relativamente recentes, deve-se estimular ativamente o intercâmbio de informações sobre as experiências com tais abordagens, utilizando-se os meios disponíveis de intercâmbio de informações para o estudo de usos eficazes dos instrumentos econômicos.

14.1.4.1.4- Sistemas de Contabilidade Ambiental e Econômica Integrada

Um primeiro passo rumo à integração da sustentabilidade ao manejo econômico é determinar o papel fundamental do meio ambiente enquanto fonte de capital natural e enquanto escoadouro dos subprodutos gerados durante a produção de capital pelo homem e por outras atividades humanas.

Deverá também ser garantida a adoção de um programa para o desenvolvimento de sistemas nacionais de contabilidade ambiental e econômica integrada, de forma a que passem a compreender as dimensões ambiental e social, e a fazer parte integrante do processo nacional de tomada de decisões para o desenvolvimento.

Finalmente, é preciso que se garanta uma integração eficaz dos sistemas de contabilidade ambiental e econômica ao planejamento do desenvolvimento econômico no plano nacional.

Os Governos devem procurar identificar e considerar medidas corretivas das distorções de preços decorrentes de programas ambientais que digam respeito à terra, à água, à energia e a outros recursos naturais e estimular as empresas que ofereçam informações ambientais pertinentes, desenvolvam e implementem métodos e normas para a contabilidade do desenvolvimento sustentável.

14.1.4- A Valoração do Meio Ambiente

É irrefutável que o desenvolvimento de muitos países se deu às custas de grandes perdas ambientais. A industrialização e a urbanização criam impactos sobre a natureza, seja pela utilização acelerada de recursos naturais exauríveis nos processos produtivos, seja devido à geração de poluição que degrada a qualidade ambiental.

A escassez dos recursos naturais torna necessária a sua valoração, de forma a manter em equilíbrio o “capital natural”. É inegável que a água doce, o solo, as florestas e outros recursos naturais possuem valor econômico e são essenciais ao desenvolvimento e à sobrevivência humana. Esses recursos representam patrimônios econômicos que poderão gerar rendas futuras.

Os procedimentos atuais de contabilidade da renda nacional não têm avaliado o patrimônio dos recursos naturais como bens produtivos, suscetíveis de depreciação com o passar do tempo.

É preciso que os custos com a utilização, exaustão ou degradação dos recursos naturais se revelem nos custos de produção e consumo.

O desenvolvimento econômico sustentável deve estabelecer não só como utilizar os recursos naturais, mas, principalmente, em que nível se deve aproveitá-los, não

permitindo que sejam utilizados para fazer frente ao crescimento populacional, dando uma falsa impressão de aumento da renda, mas ao custo de perda definitiva de riquezas do país.

Vários países começam a incorporar os custos da destruição dos recursos naturais em suas análises econômicas, como é o caso da França e Noruega.

Essa é uma inovação que precisa ser imitada.

14.1.4.1- Os Custos da Poluição Ambiental

O Banco Mundial divulgou, em 1998, um importante estudo dos problemas ambientais urbanos brasileiros, denominado Brasil: Managing Pollution Problems, que faz um retrato minucioso do saneamento básico, do lixo e da poluição hídrica e atmosférica.

Deste relatório emerge um país onde 8.500 pessoas morrem prematuramente, todos os anos, pela falta de água tratada e de captação de esgotos. A poluição do ar seria responsável por outras quatro mil mortes, só nas regiões metropolitanas do Rio e de São Paulo.

Estabelecendo uma ordem de grandeza, o relatório nos mostra que nenhum problema supera a falta de água tratada e captação de esgotos, pelo impacto que exercem na vida das pessoas.

Embora hoje 84% da população urbana brasileira disponha de água encanada, contra 60% em 1970, muito falta a caminhar para que esses índices deixem de ser preocupantes.

O problema da falta de saneamento é menor nas regiões mais ricas, sendo que, nas regiões sul e sudeste, a média da população urbana abastecida por água encanada é superior a 90%, enquanto, na região norte, essa cifra alcança apenas 73%. As disparidades aparecem também nas diferentes classes sociais, visto que somente 3% das populações mais ricas carecem de água, enquanto esse número alcança 35% da população mais pobre.

O estudo calcula ainda que, conforme o Estado, o investimento em tratamento de água necessário para se evitar uma morte oscilaria entre US\$ 17 mil a US\$ 115 mil. Gastos equivalentes na coleta de esgotos teriam efeito similar.

As estatísticas referentes às redes de esgoto nos mostram números bem mais modestos, sendo apenas 49% da população urbana atendida por rede coletora.

Vale a pena transcrevermos os dados apresentados relativamente ao custo de uma vida e comparando-o com o incremento da rede de esgoto, em diferentes regiões do país. É o que demonstra a tabela a seguir:

Tabela 14.1- Quanto Custa uma Vida?

Estados	% de coleta de esgoto	crianças salvas por aumento de 10%	custo por vida salva (em US\$)
Alagoas	61.6	157.6	20.661
Paraíba	63.6	206.9	21.361
Pernambuco	68.6	493.6	22.106
Amazonas	75.1	100.7	29.195
Roraima	67.1	9.2	.32.553
Amapá	79.7	12.9	33.063
Rondônia	69.8	53.7	33.313
Bahia	57.1	372.1	38.714
Pará	72.5	156.1	45.809
Acre	62.2	11.3	48.910
Ceará	56.3	151.6	50.105
Tocantins	48.8	18.3	51.497
Distrito Federal	87.6	63.8	52.144
Espírito Santo	85.4	95.2	55.694
Minas Gerais	83.6	554.5	56.104
Sergipe	68.6	38.5	58.783
Mato Grosso Sul	82.1	63.2	60.044
Paraná	86.7	296.8	61.149
Mato Grosso	82.8	53.8	66.824
Rio Grande do Norte	72.2	50.6	74.548
Goiás	77.9	94.3	82.084
Rio de Janeiro	91.5	333.7	94.975
São Paulo	92.3	783.5	94.989
Santa Catarina	90.4	105.3	96.201
Rio Grande do Sul	88.6	204.0	108.465

Fonte: BIRD in GAZETA mercantil 08/07/98

A poluição do ar foi considerada o segundo grande problema ambiental, sendo responsável pela morte de cerca quatro mil pessoas por ano, só nas regiões metropolitanas de São Paulo e do Rio de Janeiro, segundo relatório do BIRD.

O material particulado em suspensão na atmosfera decorrente da poluição do ar é capaz de acumular-se nos pulmões, provocando todo tipo de disfunção respiratória. Calcula-se que a indústria teria que investir entre US\$ 10 mil e US\$ 25 mil para reduzir suas emissões a ponto de salvar uma vida.

Também a precipitação ácida tem se tornado uma das formas de poluição atmosféricas mais prejudiciais no mundo industrializado, sendo consideráveis os custos econômicos dela decorrentes. O Manual Global de Ecologia nos informa que:

“Os custos econômicos da deposição ácida são cada vez mais reconhecidos. Danos a metais, fachadas de construções e tintas custam às 24 nações da OECD uma soma estimada em de US\$ 20 bilhões por ano. O total do custo ambiental com a chuva ácida é difícil de ser avaliado, uma vez que incluiria danos à agricultura, lagos, áreas de pesca, vegetação, saúde humana e animal, turismo e numerosos outros fatores. A Comunidade Européia estima que a deposição ácida prejudica as colheitas em, no mínimo, US\$ 1 bilhão anualmente.”

Para o BIRD, o terceiro maior problema ambiental brasileiro é a contaminação das águas nas zonas urbanas, o que é em grande parte decorrência da falta de saneamento.

Vários fatores influenciam na poluição das águas, valendo destacar os efluentes domésticos e industriais, a poluição difusa vinda das zonas conurbadas, a poluição difusa decorrente da zona rural, estando, portanto, o tipo de poluição estreitamente ligado ao uso e ocupação do solo.

Nos grandes centros, de uma maneira geral, a principal fonte de poluição são os esgotos domésticos, sendo que, nas 25 maiores cidades brasileiras, com maiores índices de poluição orgânica na água, pelo menos 85% da contaminação provém de tal fonte. Em 17 casos, a participação é superior a 95%.

Se tomarmos como exemplo o rio Tietê, verificaremos que, ao atravessar a cidade de São Paulo, ele tem quatro vezes mais poluentes orgânicos do que é permitido para que se possa tratar suas águas pelos métodos convencionais.

Também as nossas praias trazem um nível de qualidade muito inferior ao desejável. O Banco Mundial utiliza como exemplo o caso as Baía de Guanabara, que poderia ter suas taxas de contaminação orgânica cortadas em até 24%, no prazo médio, com um investimento anual de US\$ 33 milhões.

Ainda no seu esforço de contabilização de gastos, o Banco Mundial estima que seriam necessários US\$ 11 bilhões para levar esgoto para 96% da população urbana brasileira.

De qualquer forma essas contas ainda não são feitas e o tema contabilidade ambiental – ou internalização dos custos ambientais – ainda é muito incipiente.

Matéria publicada no Estado de São Paulo, em 08/01/97, traz considerações sobre o assunto:

“No Brasil, por exemplo, qual seria o valor da perda de cerca de 1 bilhão de toneladas de solo fértil por ano, por causa de inadequações do modelo agropecuário? Qual o valor da reposição, via insumos, da fertilidade perdida? Qual seria o valor com o prejuízo com o assoreamento dos mananciais provocado por essa erosão? E das enchentes que daí decorrem? Qual o valor da depleção dos minérios extraídos, das

florestas devastadas, dos recursos hídricos prejudicados? Quanto vale o comprometimento dos serviços naturais prestados pelos ecossistemas se levar em conta o cálculo dos economistas que estimaram em dezenas de trilhões de dólares/ano esses serviços no mundo?"

Hoje ainda não temos respostas seguras para essas perguntas, mas vários ensaios nesse sentido têm sido realizados em todo o mundo. Estudos mostram que o PIB de alguns países como o México, ou a Indonésia, seria reduzido se fossem computados os custos referentes à utilização de recursos naturais.

O Japão fez várias simulações demonstrando que prevenir a poluição custa algumas vezes menos que reparar os estragos, como é o caso da contaminação da Baía de Minamata por mercúrio, que poderia ter custado 100 vezes menos.

Na Holanda, uma empresa de softwares – aparentemente inofensiva do ponto de vista ambiental – mostrou que ela só pagava em impostos um doze avos dos custos que criava (no uso do papel e outros materiais, energia, poluição própria e dos veículos dos empregados, conservação de vias, etc.)

A Noruega já incorporou às suas contas nacionais o valor da depleção de vários recursos, entre eles minérios e pescados. Também o Chile criou uma unidade de contas ambientais, preocupado com a redução de seus recursos naturais. Finalmente, a Grã-Bretanha detectou que, só na área do petróleo, a depleção significaria 25% do valor agregado.

O Brasil anda engatinhando nesse assunto, sendo necessário que se realizem cada vez mais estudos no sentido de se detectar e divulgar os custos ambientais a que temos sido submetidos.

15. LEGISLAÇÃO AMBIENTAL

15.1- Políticas e Legislações Utilizadas no Gerenciamento das Áreas Contaminadas

BEAULIEU (1998), descreve que o mundo industrializado começou a se conscientizar dos problemas causados pelas áreas contaminadas no final da década de 70 e início da década de 80, após a ocorrência de casos espetaculares como “Lave Canal”, nos Estados Unidos; “Lekkerkerk” na Holanda; e “Ville La Salle” no Canadá. Após estes eventos foram criadas políticas e legislações em vários países, províncias e estados.

As políticas e abordagens de diversos países para lidar com áreas contaminadas diferem largamente devido a circunstâncias e fatores locais. Por exemplo, existem diferenças na definição de áreas contaminadas, nos procedimentos de avaliação de risco, na origem dos critérios de qualidade do solo, na metodologia para definir prioridades, nos conceitos de recuperação (“multifuncionalidade” e aptidão para o uso), nos procedimentos de remediação, na garantia de qualidade das investigações e remediação, e no monitoramento (VAN DEN BRINK et al., 1995)

SANCHEZ (1998), identificou cinco tipos de abordagem governamentais para lidar com os problemas gerados pelas áreas contaminadas: a negligente, a reativa, a corretiva a preventiva e a proativa.

A abordagem negligente é observada em países ou regiões onde ainda não existe um reconhecimento público dos problemas gerados pelas áreas contaminadas. Sob a alegação de que a população não se preocupa com estes problemas, não efetuando reclamações, ou alegando a existência de outros problemas mais importantes, como por exemplo, os vários problemas sociais existentes em países em desenvolvimento, o problema das áreas contaminadas na maior parte das vezes é ignorado.

A abordagem reativa caracteriza-se pela adoção de ações emergenciais em situações onde os riscos ou danos são evidentes e existe pressão da população para que os órgãos governamentais tomem alguma atitude. Em geral os órgãos governamentais não estão preparados para tratar destes problemas, gerando ações desarticuladas.

A abordagem corretiva adota formas planejadas e sistematizadas de ação, prevendo-se as intervenções necessárias em áreas contaminadas prioritárias. Pressupõe a necessidade de remediar áreas contaminadas após a identificação e diagnóstico destas.

A abordagem preventiva considera que embora os contaminantes possam ter-se

acumulado durante a operação de um empreendimento, eles devem ser reduzidos ou eliminados quando de sua desativação ou fechamento. Tal enfoque pressupõe, no mínimo, a preparação e implementação de um plano de desativação do empreendimento.

A abordagem proativa é aquela que busca evitar que a contaminação se acumule durante a operação de um empreendimento, minimizando assim os impactos ambientais durante todo o ciclo de vida de uma instalação.

Segundo SANCHEZ (1998), os países que mais avançaram no trato da questão das áreas contaminadas, passando por etapas caracterizadas por posturas negligentes e reativas, evoluíram no sentido de adotar políticas corretivas, e começaram também a esboçar ações de cunho preventivo voltadas para alguns setores industriais cujo potencial de contaminação de solos é elevado.

A seguir são apresentados exemplos de políticas e legislações sobre áreas contaminadas existentes nos Estados Unidos, Holanda e Alemanha, países que apresentam grande desenvolvimento na aplicação de metodologias para o gerenciamento de áreas contaminadas, além das legislações existentes no Brasil que podem estar relacionadas a este problema.

15.1.1- Estados Unidos da América

Nos Estados Unidos, na metade da década de 70, os problemas de contaminação do solo, da água e do ar, gerados pelo manejo inadequado de substâncias perigosas foram reconhecidos amplamente. Como consequência, o Congresso Americano, em 1976, aprovou a primeira lei relacionada este problema, que foi a Lei de Conservação e Recuperação dos Recursos (“Resource Conservation and Recovery Act” - RCRA), que regulamenta a gestão das substâncias perigosas (tratamento, armazenamento, transporte e disposição final) (CASE, 1997).

Em seguida, em 1980, visando complementar o RCRA, com enfoque direto sobre os problemas gerados pelas áreas contaminadas abandonadas ou desativadas, e com o objetivo de recuperar a qualidade dos solos contaminados e outros meios atingidos antes que estes causassem prejuízos à saúde humana e ao meio ambiente, foi aprovado pelo Congresso Americano a lei intitulada Lei Ambiental Ampla para Resposta, Compensação e Responsabilização (“Comprehensive Environmental Response, Compensation and Liability Act” - CERCLA) (LEE, 1997).

Para cumprir o objetivo do CERCLA foi criado o primeiro fundo nacional para recuperar áreas contaminadas, mais conhecido como “Superfund”, para financiar a identificação das áreas contaminadas, a realização de ações emergenciais, a

caracterização e recuperação das áreas contaminadas abandonadas ou desativadas, onde não há responsável identificado. Por meio do CERCLA foram destinados, para um período de cinco anos, US\$ 1,6 bilhão a ser aplicado nas áreas abandonadas mais críticas existentes no país. Em 1986 foi promulgada a Lei de Reautorização e Reforma do Superfundo (“Superfund Amenamente and Reauthorization Act” - SARA), disponibilizando mais US\$ 8,5 bilhões, dobrando para US\$ 16,3 bilhões quando da nova reautorização em 1990 (CHIRAS, 1994 citado em SANCHEZ, 1998).

No SARA foi apresentada à regulamentação do fundo, que recebe recursos provenientes de impostos que incidem sobre o petróleo e outros produtos químicos. Bem como do tesouro americano e de outras taxas de natureza variada (LEE, 1997).

Os recursos do Superfund são utilizados para garantir que as áreas contaminadas incluídas na Lista Nacional de Prioridades (“National Priority List” — NPL) sejam investigadas e seu saneamento executado, e que as Partes Potencialmente Responsáveis (Potentially Responsible Party — PRPs) cumpram suas obrigações de cobrir esses gastos voluntariamente ou por ação judicial. No caso das PRPs falirem, não tenham condições financeiras para fazer o pagamento ou não possam ser identificadas, o governo assume a responsabilidade de executar a remediação por meio da USEPA (Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos - »Environmental Protection Agency”). Os procedimentos a serem seguidos pela USEPA estão estabelecidos no Plano Nacional de Contingência (“National Contingency Plan” —NCP). Podem ser considerados como PRPs: os geradores de resíduos, os proprietários atuais e antigos das instalações onde foram manejadas, depositadas ou armazenadas substâncias perigosas, assim como as empresas que tenham aceitado resíduos perigosos para seu transporte (LEE, 1997).

O processo de identificação, investigação e recuperação de áreas contaminadas no CERCLA é constituído pelas seguintes etapas, conforme apresentado em LEE (1997):

- inicialmente é feita a identificação do local e a avaliação inicial, nas áreas com a presença de substâncias perigosas indicadas por relatórios federais, estaduais ou até mesmo por denúncias dos cidadãos. Em seguida as áreas indicadas são registradas no “Comprehensive Environmental Response and Liability System” — CERCLIS, que é o inventário do CERCLA;
- nas áreas registradas no CERCLIS, a USEPA deve realizar uma Avaliação Preliminar (“Preliminar Assesment” - PA), por meio da utilização de dados existentes sobre a área e inspeção ao local. Caso estes dados indiquem que a área poderá representar riscos significativos, pode ser necessária a realização de investigações adicionais para coletar informações sobre as substâncias perigosas presentes no local e os

possíveis receptores humanos e ambientais, além das vias de propagação dos contaminantes;

- estas informações são utilizadas no “Hazardous Ranking System” (HRS), sistema utilizado para priorização das áreas contaminadas, para que cada área receba uma pontuação, que leva em consideração a toxicidade das substâncias, a localização dos receptores, os caminhos de exposição e o risco para a cadeia alimentar humana, para o ar e para as águas subterrâneas. Uma área é incluída na “National Priority List” (NPL) quando a pontuação obtida no HRS supera o valor 28,5; após a inclusão na NPL são realizadas investigações detalhadas na área visando determinar a natureza e extensão da distribuição das substâncias perigosas na área e as rotas de exposição, sendo esta etapa denominada Investigação para Remediação (Remedial Investigation’ — RI); quando as informações coletadas na RI são consideradas suficientes, parte-se para a realização do Estudo de Viabilidade (Feasibility Study — FS), que visa avaliar e selecionar as melhores alternativas para remediar uma área contaminada. Como resultado do processo conhecido como *RIIFS* devem ser definidos os níveis de concentração dos contaminantes, que a área deverá apresentar após a execução da remediação. Vários critérios são utilizados para este fim, incluindo a definição dos Requerimentos Aplicáveis ou Relevantes e Apropriados (“Applicable or Relevant and Appropriate Requirements” — ARAR5), o que significa que a remediação deverá atingir concentrações estabelecidas em legislação federal ou estadual; considerar a proteção da saúde humana e do meio ambiente (avaliação de riscos); considerar a opinião da comunidade e aceitação do governo estadual. Além destes fatores, a remediação deve ser economicamente viável.

Segundo a AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS - ASTM (1996), os níveis a serem atingidos, ou os objetivos da remediação de solos e águas subterrâneas contaminadas, têm sido definidos aplicando-se diferentes critérios, desde a aprovação do CERCLA e também do RCRA. Estes critérios são:

- limpeza da área até os níveis de concentração natural (background) serem atingidos;
- limpeza até níveis estabelecidos pelos limites de detecção;
- limpeza até níveis não detectados pelos métodos analíticos;
- limpeza até níveis estabelecidos pela capacidade da melhor tecnologia disponível de remediação;
- limpeza até níveis estabelecidos por precedentes, por exemplo, registros de decisões em áreas do Superfund’, decisões de autoridades em locais similares, etc.;
- limpeza até níveis de padrões existentes ou guias, por exemplo Níveis Máximos de Contaminação (MCL5) estabelecidos no Safe Drinking Water Act’, níveis de ação no

Regulamento de Ação Corretiva do RCRA, etc.;

- limpeza até níveis de proteção individual de exposição potencial, como os estabelecidos por estudos de avaliação de risco à saúde
- combinação destes critérios.

Nos Estados Unidos outros programas são destinados à remediação de áreas contaminadas, como o próprio “Resource Conservation and Recovery Act” (RCRA), que possui programas de ação corretiva para propriedades industriais ativas, além de vários programas estaduais, que incluem instalações federais do Departamento de Defesa e Energia Mais de 40 estados possuem seus próprios programas para locais que não estão sendo endereçados pelos esforços federais. A extensão global do problema da remediação de áreas contaminadas nos Estados Unidos é enorme, mesmo que as discussões correntes sobre intervenções expeditas. visando a adequação ao uso do solo ou a realização de remediação tratando-se apenas os locais com concentração mais elevadas de contaminantes (hot spots), o custo final para recuperação das áreas cadastradas são estimados em dezenas de bilhões de dólares (KOVALICK; KINGSCOTT, 1995).

Como exemplo significativo pode-se citar o Programa “Underground Storage Tanks” (“UST”), que faz parte do RCRA, em seu subtítulo 1, decretado em 1984, para controlar e prevenir vazamentos e derramamentos em tanques subterrâneos de armazenamento. O subtítulo 1 se dirige a tanques que armazenam substâncias regulamentadas, incluindo gasolina, óleo cru e outros derivados de petróleo, e substâncias perigosas definidas pelo Programa “Superfund (NARDI, 1997).

Segundo NARDI (1997), desde 1984, um grande volume de recursos têm sido aplicado para a limpeza de solos e águas subterrâneas contaminadas. Em um estudo foi estimado que, no período de 2 anos, até março de 1995, mais de 5 bilhões de dólares foram gastos pelo governo e indústria na remediação de áreas contaminadas por vazamentos em tanques subterrâneos, sendo necessários 35 bilhões de dólares para remediar as áreas restantes.

Segundo LAGREGA et al. (1994), o “Superfund” é apenas um dos programas existentes nos Estados Unidos cujo objetivo está voltado para a remediação de áreas contaminadas. Outros programas podem ser citados, além do Programa UST:

- programas voluntários realizados pela iniciativa privada para evitar a entrada nos programas federais;
- programas estaduais;
- programas de ação corretiva em áreas ativas e desativadas de tratamento,

armazenamento ou disposição de resíduos regulamentadas pelo RCRA;

- programas federais do Departamento de Defesa e do Departamento de Energia e
- remediação de áreas contaminadas requeridos por alguns estados, antes que a transferência legal de uma propriedade possa ocorrer.

15.1.2- Holanda

A descrição da política de prevenção à contaminação e remediação dos solos contaminados da Holanda é apresentada a seguir de forma resumida, tendo como base o artigo de VAN HARDEVELD et al. (1995).

Na Holanda a Lei Provisória para a Limpeza dos Solos, de 1983, e a Lei para a Proteção do Solo, de 1987, regulamentam as medidas necessárias à prevenção da contaminação do solo e a adoção de medidas para a remediação de solos contaminados.

Na legislação holandesa é dado grande destaque para as medidas preventivas, que se baseiam nas licenças ambientais exigidas pelos órgãos provinciais e municipais para vários tipos de atividades industriais. Um novo guia para o estabelecimento de tecnologias e medidas para a prevenção da contaminação do solo está sendo desenvolvido para auxiliar na aplicação das licenças, visando orientar a execução do projeto das novas instalações. Assim, espera-se o melhorar as condições dos pisos, pavimentos, sistemas de coberturas, transporte de efluentes, tubulações em geral, monitoramento da qualidade dos solos e das águas subterrâneas e avaliação de riscos potenciais.

A base para o planejamento e adoção de medidas corretivas é a utilização dos sistemas de gerenciamento em regiões geográficas específicas, isto é, nas províncias e municípios. As informações obtidas a partir dos procedimentos estabelecidos para o gerenciamento são utilizadas para:

- informar o público e empresas sobre a qualidade do solo e a restrição ao seu uso, como por exemplo, passivos ambientais prejudiciais ao processo de transferência de propriedades;
- dar suporte ao planejamento e desenvolvimento das regiões, visando garantir o uso sustentável do solo de uma forma aceitável pela sociedade;
- estabelecer prioridades para a adoção de medidas corretivas em áreas contaminadas;
- estabelecer procedimentos para conceder licenças para construções, considerando as necessidades de remediação dos solos contaminados;
- prevenir a contaminação de solos limpos.

Os conhecimentos ou informações adquiridas são registradas em inventários visando, por exemplo, confeccionar mapas dos locais identificados e investigados, da

qualidade do solo e de vulnerabilidade, que são a base para a tomada das decisões relativas à adoção de medidas corretivas em áreas prioritárias.

O conceito central da política holandesa é a restauração das propriedades funcionais do solo para o homem, flora e fauna (conceito da “multifuncionalidade”), isto é, implica que o objetivo da remediação, a longo prazo, é atingir as concentrações naturais.

Em função de problemas técnicos e econômicos, nem sempre é possível atingir as concentrações naturais a curto prazo requerendo-se, por exemplo, que os contaminantes sejam isolados e imobilizados. Neste caso as propriedades multifuncionais não são restauradas.

O custo da aplicação das medidas preventivas e corretivas são pagas pela pessoa que realiza o ato de poluir. O poluidor, o proprietário ou o usuário são as partes que podem ser indicadas como responsáveis primários pela contaminação. O governo pode ser indicado nos casos onde não pode ser identificado o responsável pela contaminação.

O governo provincial ou municipal avalia as propostas de remediação e negocia as soluções caso a caso, de acordo com critérios estabelecidos na legislação e pelas autoridades. Durante a remediação o governo atua como fiscal dos trabalhos de remediação.

Outros agentes ser envolvidos no processo, desenvolvendo projetos para o reaproveitamento de áreas contaminadas, assumindo os custos de remediação, que poderão ser cobrados posteriormente do poluidor.

Existem dois tipos de valores padrão para solo e águas subterrâneas na Holanda: os valores alvo (target value) e os valores de intervenção Estes valores substituíram os valores conhecidos anteriormente como valores ABC.

Os valores alvo indicam as concentrações a serem atingidas, como objetivo da remediação.

Os valores de intervenção indicam o nível acima do qual uma contaminação pode ser considerada grave. Eles são os sucessores dos antigos valores C. Se estes valores são ultrapassados em uma área, deverá ser determinada a urgência da implantação das medidas corretivas.

De acordo com a Lei de Proteção do Solo da Holanda, em seu Plano da Política Ambiental Nacional 2, foi estabelecido que a presente geração não deve deixar como herança nenhum passivo ambiental significativo.

Desta forma, os passivos ambientais atuais devem ser reduzidos ou eliminados para proporções aceitáveis até 2015, quando os casos denominados urgentes de contaminação deverão ter sido remediados ou controlados, além terem sido implantadas

medidas de controle nos casos não urgentes de contaminação.

Desde 1 de janeiro de 1995, um sistema foi colocado em funcionamento na Holanda para estabelecimento da urgência de remediação. O sistema é baseado no risco atual para o homem e ecossistemas, além do risco relacionado ao avanço da contaminação.

Um critério volumétrico está associado aos valores de intervenção na definição de uma área contaminada. Para confirmar a existência de uma contaminação considerada grave no solo, a concentração média do contaminante, em um volume mínimo de 25 metros cúbicos de solo, deve exceder o valor de intervenção. No caso da contaminação das águas subterrâneas, necessita-se de um volume mínimo superior a 100 metros cúbicos.

Entretanto DEPA (1997) cita que na Holanda, no ritmo em que a remediação das áreas contaminadas está sendo realizada, apenas 20% dos problemas serão resolvidos em uma geração. Desta forma, estão em pauta, atualmente na Holanda, propostas para melhorar a velocidade do processo de remediação, como por exemplo:

- fortalecer a necessidade de abordagens preventivas, visando evitar a geração de novas áreas contaminadas;
- integrar o processo de remediação de áreas contaminadas aos projetos de desenvolvimento de novas áreas residenciais ou de renovação de áreas industriais (o que implica em considerar o princípio da aptidão para o uso futuro como objetivo da remediação);
- criar novas formas de financiamento para a remediação de áreas contaminadas;
- pesquisar e aplicar recursos em novas tecnologias de remediação, mais efetivas e mais baratas.

15.1.3- Alemanha

De acordo com a Constituição Federal da Alemanha, os estados têm a competência para implementar a remediação de áreas contaminadas. Os estados devem garantir que as áreas suspeitas de contaminação sejam registradas, que os riscos sejam avaliados e que, se necessário, medidas de remediação sejam realizadas. Os Estados devem arcar com as despesas para a execução destas atividades se o responsável pela área contaminada não for identificado (BIEBER; FRANZIUS, 1998).

Em função deste fato, os estados criaram suas próprias legislações, estabelecendo-se diferentes formas para lidar com os problemas relacionados às áreas contaminadas. Várias listas de áreas a serem remediadas foram confeccionadas, utilizando-se diferentes critérios de seleção. Várias listas de padrões de qualidade dos

solos e águas subterrâneas foram criadas nos diferentes estados, com o objetivo de definir as concentrações indicativas da presença de contaminação e as necessidades de investigação e remediação. A criação da Lei Federal de Proteção do Solo (“Bodenschutzgesetz”), que passou a vigorar em 1999, proporcionará a unificação da forma de atuação em relação às áreas contaminadas. Nesta Lei, o princípio do “poluidor pagador” também é aplicado, ou seja, a pessoa que causou a contaminação é responsável, inclusive o sucessor. Ao lado do poluidor, o proprietário, usuário e locatário também podem ser considerados responsáveis (SANDEN; FREIER, 1998).

A Lei de Proteção do Solo unifica também as definições para os termos áreas suspeitas de contaminação (“Altlastenverdächtige Flächen”) e áreas contaminadas (Altlasten) na Alemanha (CETESB, 1999). Desta forma, as áreas suspeitas de contaminação são definidas como todas as áreas de disposição de resíduos desativadas (Altablagerungen) e áreas industriais e comerciais desativadas, nas quais foram utilizadas substâncias que representam risco ambiental (Altstandorte).

As áreas contaminadas são definidas como áreas de disposição de resíduos desativadas e áreas industriais e comerciais desativadas que podem causar poluição do solo ou outros riscos para o bem estar público e individual.

Os aspectos centrais da Lei de Proteção de Solo são:

- as áreas suspeitas de contaminação devem ser identificadas, avaliadas e investigadas pelo órgão público responsável;
- o responsável pela contaminação deve realizar a remediação;
- o responsável pela contaminação deve elaborar um plano de remediação;
- o público em geral deve ser informado sobre os problemas gerados pelas áreas contaminadas.

Segundo BIEBER; FRANZIUS (1998), a Lei de Proteção do Solo estabelece três categorias de padrões ou critérios de qualidade dos solos a serem utilizados para a tomada de decisões. O primeiro nível (nível de ação) indica que investigações adicionais não são necessárias, quando as concentrações dos contaminantes determinadas na área suspeita de contaminação não ultrapassam este nível; o segundo nível (nível de investigação) indica a necessidade de investigações adicionais na área para avaliar a extensão da contaminação e verificar a existência de riscos; e o terceiro nível (nível de precaução) indica a existência de riscos e, portanto, a necessidade de adoção de medidas corretivas.

Outras leis federais e estaduais alemãs, apresentadas a seguir, estão relacionadas e são aplicadas nos casos de contaminação dos solos e águas subterrâneas (CETESB, 1999).

A Lei Federal de Circuito Econômico e de Resíduos Sólidos (“Kreislaufwirtschafts und Abfallgesetz”), que entrou em vigor em outubro 1996 e substituiu a Lei de Resíduos Sólidos de 1986, tem importância no processo de remediação de áreas contaminadas, pois o solo contaminado é classificado como resíduo sólido (Abfälle), devendo receber os mesmos cuidados aplicados a estes.

A Lei Federal de Construções (“Baugesetzbuch”) é a base legal para a execução das construções civis na Alemanha, e estabelece os instrumentos do planejamento urbano: o Plano Diretor Municipal (Flächennutzungsplan) e o Plano Específico de Uso do Solo (Bebauungsplan’). Esta Lei tem grande importância na recuperação das antigas regiões industriais. Nestes planos é obrigatório registrar e considerar as áreas contaminadas.

A Lei de Avaliação de Impacto Ambiental (Gesetz über die Umweltverträglichkeit), de 1990, possui interface com a problemática das áreas contaminadas no licenciamento das instalações construídas para a realização da remediação de áreas contaminadas, com por exemplo, instalações para tratamento de solo e águas subterrâneas contaminadas, que devem ser aprovadas pelo poder público baseando-se nesta Lei.

Na Alemanha dez estados estabeleceram seções especiais sobre áreas contaminadas em suas leis de resíduos sólidos, como por exemplo, o Estado da Saxônia, que criou a Lei de Circuito Econômico de Resíduos e de Proteção de Solo e o Estado de Hessen, que estabeleceu a sua Lei Estadual de Áreas Contaminadas.

A Lei Estadual de Áreas Contaminadas de Hessen é considerada a mais detalhada e avançada com respeito à atuação sobre as áreas contaminadas, incluindo procedimentos para a identificação de áreas suspeitas e contaminadas, para a identificação do responsável pela contaminação, quem é que deve arcar com os custos da remediação, para o cadastramento de áreas contaminadas e na definição das competências dos órgãos públicos.

Na Alemanha, a recuperação de antigas áreas industriais tem atraído recursos, como aqueles provenientes do Fundo de Desenvolvimento Regional Europeu (‘European Regional Development Fund’ - ERDF), que tem estimulado as atividades de remediação em uma escala regional. O esquema do fundo é estruturado de uma forma onde as principais responsabilidades estão com os parceiros envolvidos na remediação, isto é, a comunidade local, os investidores, e o público em geral. Como apenas uma parte dos custos da remediação são subsidiados pela União Européia a criação de uma variedade de modelos de gerenciamento são estimulados, nos quais a parceria pública/privada tem provado ser um modelo de sucesso, como ocorre no Distrito do Ruhr na Alemanha (GENSKE; NOLL, 1995).

A reciclagem de antigas áreas industriais é um mercado consolidado em certos estados alemães. No estado alemão de “Nordrhein – Westfalen”, por exemplo, a remediação de 525 áreas industriais em 217 cidades foi financiada com a quantia de 1.1 bilhão de Euros (no período de 1980 - 1994). Dos 6304 hectares de áreas remediadas, 70% foram vendidos no final de 1993, principalmente para investidores privados. É estimado que cerca de 4 bilhões de Euros têm sido investidos em remediação de áreas contaminadas industriais abandonadas neste estado, gerando 87.000 novos empregos (GENSKE: NCLL, 1995).

15.1.4- Brasil

Segundo SANCHEZ (1998), no Brasil não existe uma política específica, visando resolver a problemática das áreas contaminadas. Nos diversos casos existentes, tenta-se aplicar as leis vigentes, apresentadas a seguir, que em geral não possuem ferramentas específicas para tratar a questão.

A Lei Federal 6.938/81, regulamentada pelo Decreto 99.274/90, define a Política Nacional do Meio Ambiente, e regulamenta a estrutura administrativa de proteção e de planejamento ambiental. Esta Lei introduz alguns instrumentos de planejamento ambiental e determina a necessidade de recuperação da qualidade ambiental, incluindo, por exemplo, a necessidade de se recuperar áreas degradadas e determinar a responsabilidade e penalidades para o responsável, nos casos de poluição. Desta forma, esta Lei poderia ser utilizada considerando-se as áreas contaminadas como um tipo de área degradada. De acordo com a Lei, o responsável pela poluição tem o dever de reparar os danos causados por suas atividades, ao meio ambiente ou a terceiros, ou pagar indenização correspondente.

A Lei Federal 6.766/79 define as competências do estado e do município sobre a questão do parcelamento do solo, podendo esta ser um instrumento importante na interface entre as áreas contaminadas e o desenvolvimento urbano. De acordo com esta Lei não é permitido o parcelamento do solo em áreas poluídas.

A nova Lei da Natureza, 9.605/98 (Crimes Ambientais), além do poluidor ser obrigado a promover a recuperação ambiental, impõe multas e penas para quem causar poluição de qualquer natureza que possa provocar, entre outros, danos à saúde pública, tornar uma área urbana ou rural imprópria para a ocupação humana e causar poluição hídrica.

A Lei 9.433/97, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, visa assegurar a disponibilidade da água em padrões de qualidade adequados ao seu uso e integrar a gestão dos recursos hídricos à gestão ambiental.

No Estado de São Paulo a Lei 997/76 dispõe sobre o Controle da Poluição Ambiental, proibindo o lançamento de poluentes nas águas, no ar e no solo. Considerando as áreas contaminadas como fonte permanente de poluentes do solo, da água e do ar, a Lei deve ser aplicada exigindo medidas adequadas pelo Poder Executivo autorizado.

No Decreto 8.468/76, que regula a Lei 997/76 são colocadas as atribuições da CETESB como órgão executivo. Considerando-se as áreas contaminadas como fator nocivo ao meio ambiente, esta Lei estabelece uma base legal que poderia ser utilizada no processo de identificação de áreas contaminadas e na avaliação dos riscos.

A nova Lei 9.509/97 dispõe sobre a Política Estadual de Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação. Esta Lei estabelece a necessidade de adoção de medidas visando a prevenção e recuperação do meio ambiente degradado, informar a população sobre o nível da poluição e a obrigar o poluidor a recuperar os danos por ele causados.

A Lei 6.134/88 dispõe sobre a Preservação dos Depósitos Naturais de Águas Subterrâneas. O Decreto 32.955/91, que regulamenta a Lei, impõe que as atividades ligadas ao manejo de resíduos devem ser conduzidas de modo a não poluir as águas subterrâneas e apresenta regulamentos para projetos de disposições de resíduos no solo, bem como a obrigação de monitoramento pelo empreendedor e a obrigação de remediação em casos de alterações na qualidade da água.

A Lei 9.999/98, que altera a Lei 9472/96, disciplina o uso de áreas industriais e estabelece que poderão ser admitidos novos usos em zonas industriais que tenham se descaracterizado, como usos residenciais, comerciais, de prestação de serviços e institucional, desde que não haja contaminação na área, o que deve ser atestado pelo órgão ambiental estadual (CETESB) por meio de um parecer técnico. Esta Lei poderá ter aplicação importante no reaproveitamento de áreas industriais abandonadas.

Outras leis estaduais têm relação com o problema de áreas contaminadas:

- Lei 7.663/91, que estabelece normas de orientação à Política de Recursos Hídricos, bem como ao Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos,
- Lei 7.750/92, que dispõe sobre a Política de Saneamento.

SANCHEZ (1998) propõe sugestões para a elaboração de uma política de áreas contaminadas, inspiradas na observação das experiências estrangeiras e na experiência brasileira adquirida na aplicação da Legislação sobre Recuperação de Áreas Degradadas pela Mineração (decreto 97.632/89), esta última, segundo este autor, como exemplo a não ser seguido. Desta forma, uma legislação ou política de áreas contaminadas deve abordar os aspectos corretivos, preventivos e proativos do problema.

A proposta de abordagem corretiva apresentada por SANCHEZ (1998), concorda com a proposta apresentada pela CETESB (1999), que estabelece que a base fundamental para a atuação segura sobre as áreas contaminadas seria uma lei específica no nível estadual, sintonizada com as legislações municipais. Por exemplo, no município de São Paulo, existem vários instrumentos legais que podem ser utilizados para a resolução dos problemas gerados pelas áreas contaminadas:

- Lei Orgânica do Município;
- Código de Meio Ambiente (em elaboração);
- Plano Diretor e
- Lei de Zoneamento Urbano.

Segundo CETESB (1999), a proposta de lei de áreas contaminadas deve conter basicamente os seguintes aspectos:

- definição do universo de atuação, ou seja, estabelecer as definições de áreas potencialmente contaminadas, áreas suspeitas de contaminação e áreas contaminadas;
- estabelecer os objetivos básicos a serem atingidos pela lei, ou seja, adotar o princípio de que a realização da remediação de uma área deve viabilizar seu uso futuro, ou adotar o princípio de que devem ser restauradas as condições de multifuncionalidade;
- definir os órgãos competentes e suas atribuições;
- definir os procedimentos e regulamentos pelos quais as áreas contaminadas são identificadas, avaliadas, investigadas e remediadas;
- geração e administração, pelo órgão competente, de um cadastro de áreas potencialmente contaminadas, áreas suspeitas de contaminação e áreas contaminadas, cujos dados subsidiarão as decisões para o estabelecimento de ações corretivas nas áreas contaminadas, o planejamento urbano, os processos para aprovação de projetos, a transferência de propriedades e/ou mudança do uso do solo, além de tornar pública a localização destas áreas;
- procedimentos para a definição dos responsáveis (poluidores, proprietários, ex-proprietários, acionistas, empresários, gerentes de empresas e agentes financiadores, etc.);
- estabelecer as obrigações do responsável/causador e do órgão competente;
- definição dos procedimentos para definição das responsabilidades sobre os custos da investigação e remediação das áreas contaminadas;
- criação e administração de recursos financeiros destinados à investigação e

remediação de áreas contaminadas;

- colaboração entre o órgão estadual competente e os órgãos públicos municipais e
- criação de canais de comunicação com a população.

A título preventivo SANCHEZ (1998) sugere:

- definição de procedimentos legais de responsabilização penal pela contaminação de solos e águas subterrâneas;
- exigência de garantias financeiras para a recuperação de áreas contaminadas como condição para a implantação de certas atividades como mineração, disposição de resíduos e certas atividades industriais e comerciais;
- emprego de procedimentos sistematizados para desativação de indústrias.

Sob a perspectiva proativa, SANCHEZ (1998) sugere:

- a melhoria dos procedimentos de licenciamento ambiental, levando em conta o ciclo de vida do empreendimento e
- o planejamento da desativação de certos tipos de empreendimento, prevenindo-se a criação ou ampliação dos passivos ambientais.

15.1.5- Paulínia

Legislação ambiental do município:

- Lei No. 2.094 de 18/06/97

Institui o código do meio ambiente do município de Paulínia e dá outras providências.

- Lei No. 1.957 de 29/12/95

Dispõe sobre o parcelamento, uso e ocupação do solo do município de Paulínia e dá outras providências. Foi revisada através da Lei No. 2.423 de 04/12/00.

15.2- Legislações Emergentes

15.2.1- Revisão do Decreto 8468/1976

A revisão do Decreto 8468/1976 incluirá os seguintes artigos referentes às águas subterrâneas:

1.1 Capítulo III Águas Subterrâneas

Seção II Das Disposições Gerais

Artigo 49 - Cabe à CETESB prevenir e controlar a poluição das águas subterrâneas, para o que manterá os serviços indispensáveis.

Artigo 50 - Os resíduos líquidos, sólidos ou gasosos, provenientes de atividades agropecuárias, industriais, comerciais ou de qualquer outra natureza, só poderão ser conduzidos ou lançados de forma a não poluírem as águas subterrâneas.

Parágrafo único - Para os fins deste artigo, não será permitido **depositar**, descarregar, enterrar, infiltrar ou acumular **resíduos no solo**, em qualquer estado da matéria, que possam causar a poluição das águas subterrâneas.

Artigo 51 - Caberá à CETESB estabelecer os **Padrões de Qualidade e os critérios para proteção dos aquíferos**.

Artigo 52 - Todos os projetos de implantação de **empreendimentos de alto risco ambiental**, pólo petroquímico, carboquímico e cloroquímico. usinas nucleares e quaisquer outras fontes de grande impacto ambiental ou de periculosidade e risco para as águas subterrâneas deverão conter uma detalhada **caracterização da hidrogeologia e vulnerabilidade de aquíferos**. assim como medidas de proteção a serem adotadas.

Artigo 53 - Os projetos de disposição de resíduos **ou outras fontes de poluição** no solo devem conter descrição detalhada de **caracterização hidrogeológica** de sua área de localização, que permita a perfeita avaliação **de vulnerabilidade das águas subterrâneas**, assim como a descrição detalhada das medidas de proteção a serem adotadas.

Seção III - Das Áreas de Proteção

Máxima: zonas de recarga de aquíferos altamente vulneráveis á poluição e que constituem depósitos de águas para abastecimento.

Restrição e controle: **caracterizada** pela disciplina de extrações, controle máximo das fontes poluidoras já implantadas e restrição a novas atividades potencialmente poluidoras.

Proteção de poços: distância mínima entre poços e outras captações e o respectivo perímetro de proteção.

Seção III - Das Áreas de Proteção

Art. 56 - Nas áreas de Proteção máxima **não** são permitidos:

- I Implantação de indústrias como pólos petroquímicos carboquímico e cloroquímicos, usinas nucleares ou fonte de grande impacto ou periculosidade;
- II Uso de produtos agrotóxicos de grande mobilidade listados pela CETESB;
- III Parcelamento do solo sem sistema adequado de tratamento de efluente ou de disposição de resíduo sólido.

Seção III - Das Áreas de Proteção

Art. 57 - Se houver prejuízo sensível aos aproveitamentos existentes nas Áreas de Proteção Máxima, a CETESB, de acordo com as suas atribuições, poderá:

- I Controlar as fontes de poluição existentes, mediante programa específico de monitoramento, e
- II Restringir novas atividades potencialmente poluidoras.

Parágrafo 1º Quando houver restrição à extração de águas subterrâneas, serão prioritariamente atendidas as captações destinadas ao abastecimento público de água.

Parágrafo 2º - Constatado o comprometimento do aquífero a CETESB deverá comunicar o fato ao CORHI - Conselho Estadual de Recursos Hídricos.

Seção III - Das Áreas de Proteção

Artigo 59 - Nas **Áreas de Proteção de Poços e Outras Captações**, será instituído **Perímetro Imediato de Proteção Sanitária**, a fim de resguardar a penetração de poluentes de acordo com normas e métodos estabelecidos pela CETESB.

Parágrafo 1º - Nas áreas a que se refere este artigo, os poços e as captações deverão ser dotados de laje e selo de proteção sanitária, para evitar a penetração de poluentes.

Parágrafo 2º - As lajes de proteção, de concreto armado, deverão ser fundidas no local, envolver o tubo de revestimento, ter declividade do centro para as bordas,

espessura mínima de dez centímetros e área não inferior a três metros quadrados.

Seção III - Das Áreas de Proteção

Artigo 60 - Serão estabelecidos, em cada caso, além do Perímetro Imediato de Proteção Sanitária, **Perímetros de Alerta** contra poluição, de acordo com normas e métodos estabelecidos pela **CETESB**.

Parágrafo Único - No interior do Perímetro de Alerta, deverá haver **controle das fontes poluidoras já implantadas e restrições a novas** atividades potencialmente poluidoras.

Seção IV - Das Atribuições

Artigo 61 - Dependerá de **prévia manifestação da CETESB** (artigo 5º do Decreto 41.258/96) a autorização para perfuração de poços tubulares, mediante apresentação pelo interessado, das seguintes informações:

- a) localização do poço em coordenadas geográficas, e
- b) uso pretendido ou atual da água.

Parágrafo Único - A manifestação da CETESB se dará na forma de parecer técnico.

Seção IV - Das Atribuições

Artigo 62 - Os responsáveis por poços tubulares ficam obrigados a submeter a CETESB, por ocasião do início da captação de águas subterrâneas e a qualquer época, quando solicitado, as seguintes informações:

- a) cópia do perfil geológico, fornecido pela firma perfuradora, com as características técnicas do poço;
- b) localização do poço em coordenadas geográficas;
- c) uso pretendido ou atual da água, e
- d) análise físico-química e bacteriológica, efetuada nos últimos 6 (seis) meses, de água bruta extraída do poço, realizada por laboratório qualificado.

Seção IV - Das Atribuições

Artigo 63 - Os responsáveis por poços tubulares ficam obrigados a reportar à **CETESB**

a **desativação temporária ou** definitiva do poço.

Artigo 64 - Nas áreas onde for efetuado **monitoramento da qualidade das águas subterrâneas**, os dados obtidos deverão ser apresentados segundo critérios fixados pela CETESB.

Seção 1V - Das Atribuições

Artigo 65 - **Constatada a contaminação das águas subterrâneas, o responsável pela alteração deverá submeter à CETESB um Estudo de Caracterização e Plano de Remediação.**

Parágrafo 1º - O responsável deverá executar as obras necessárias, de acordo com projeto aprovado pela CETESB, e no prazo nele estabelecido.

Parágrafo 2º - Os critérios para remediação serão os mesmos estabelecidos no artigo 158 juntamente com o parágrafo único do artigo 160 deste decreto.

15.2.1.1- Estágio Atual da Revisão do Decreto 8468/1976

Em tramitação na Assembléia Legislativa do Estado de São Paulo.

15.2.2- Lei de Áreas Contaminadas - Minuta

Define Áreas Contaminadas (AC) e Áreas Suspeitas de Contaminação (AS) e dá outras providências.

Artigo 1º - Consideram-se áreas contaminadas (AC) aquelas que, por efeito de poluição causada por quaisquer substâncias ou resíduos que nela tenham sido depositados, acumulados, armazenados, enterrados ou infiltrados, determinam efeitos negativos sobre:

- (a) a saúde e o bem estar da população;
- (b) a fauna e a flora;
- (c) a qualidade do solo, das águas e do ar;
- (d) os interesses de proteção à natureza e à paisagem;
- (e) a ordenação territorial e o planejamento regional e urbano;
- (f) a segurança e a ordem pública.

Artigo 2º - Consideram-se áreas suspeitas de contaminação (AS) aquelas que o uso

histórico e/ou eventos ocasionais indiquem a potencialidade de serem definidas enquanto AC.

Artigo 3º - O presidente da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental CETESB definirá, através de ato administrativo próprio, as áreas do Estado de São Paulo caracterizadas como AC e AS.

Parágrafo 1º - Para instruir o ato, bem como desenvolver as demais atividades discriminadas nesta lei, a CETESB fica responsável por:

- I. identificar as AC e AS;
- II. estabelecer cadastro contendo AC/AS, notificando os respectivos cartórios de registros de imóveis;
- III. definir procedimentos a serem aplicados na avaliação, caracterização e priorização das AC/AS;
- IV. aprovar Estudos de Caracterização de AS e Planos de Remediação de AC;
- V. controlar a eficácia das medidas de remediação, decidir sobre a conclusão do processo de remediação, acompanhar o monitoramento a ser realizado após a mediação e notificar os cartórios de registros de imóveis sobre o resultado dos procedimentos;
- VI. gerenciar as ações de caracterização e remediação de locais quando assumidas pelo estado, efetuando a contratação de estudos, projetos e obras necessários.

Parágrafo 2º - O ato administrativo supra citado recebe a denominação de Notificação de Áreas Contaminadas e deverá ser publicado no Diário Oficial do Estado, sempre apresentando suas motivações.

Artigo 4º - Consideram-se como responsáveis solidários pelas AC e AS:

- I. a empresa ou instituição, ou seus sucessores legais, cujas atividades provocaram ou possam ter provocado contaminação, respondendo solidariamente seus diretores e administradores legais;
- II. o produtor de resíduos e o responsável pela disposição geradora de contaminação ou

de possível contaminação, assim como seus sucessores;

III. outros causadores de contaminação ou de possível contaminação, os quais criaram a necessidade de avaliação e remediação;

IV. os proprietários e ex-proprietários de AC/AS, independente de terem sido notificados da existência de contaminação ou possível contaminação anterior por ocasião da transferência da propriedade.

Parágrafo Único - Na existência de mais de um responsável por AC/AS, o Grupo Especial para Áreas Contaminadas - GREAC, disciplinado no artigo 11º, determinará a participação relativa nas obrigações.

Artigo 5º- O responsável de que trata o artigo 4º deverá elaborar Estudo de Caracterização e Plano de Remediação para a aprovação da CETESB, assumindo os custos das ações necessárias à sua identificação, bem como a execução e os custos da caracterização e remediação do local.

Parágrafo 1º- Os estudos e planos de que trata o “caput” deste artigo deverão considerar, no mínimo:

- I. o uso do solo atual e futuro da área objeto e sua circunvizinhança;
- II. as metodologias de remediação possíveis e suas consequências;
- III. a avaliação detalhada de risco atual bem como existente durante a implementação da remediação;
- IV. os custos e os prazos envolvidos para cada uma das metodologias.

Parágrafo 2º - A remediação de AC deverá ser feita com o objetivo de:

- I. eliminar os riscos à vida ou a saúde humana;
- II. eliminar os riscos ao meio ambiente, no contexto do uso efetivo ou planejado do solo;

III. evitar danos ao bem estar público durante a execução da remediação.

Artigo 6º - Após o ato que defini AC/AS, o responsável deverá comparecer no prazo de 15 dias na CETESB para ciência dos procedimentos necessários.

Parágrafo 1º - O responsável que não comparecer na CETESB no prazo estipulado estará sujeito à multa de 10.000 UFESP'S e, caso não compareça em notificações subsequentes, estará sujeito à duplicação de forma cumulativa, permanecendo responsável pelo disposto no artigo 5º.

Parágrafo 2º - O responsável que se recusar proceder às asserções do artigo 5º estará sujeito às sanções administrativas, incluindo a interdição de atividade, fechamento de estabelecimento, demolição de construção, embargo administrativo de obra, destruição de objetos, inutilização de gêneros, proibição de fabricação ou comércio de produtos e a vedação de localização de indústrias ou de comércio, cessação de benefícios fiscais concedidos pelo estado e impedimento de contratos com o governo estadual, de forma a garantir a saúde e segurança públicas.

Artigo 7º- Na impossibilidade de identificação do responsável direto ou na impossibilidade comprovada do mesmo em assumir a execução e os custos de caracterização e remediação do local, o Estado intervirá promovendo as ações necessárias, inclusive a desapropriação por interesse público mediante ato do Governador. Após a promoção das medidas, o Estado poderá cobrar imediatamente do responsável os custos incorridos.

Parágrafo Único - A intervenção do Estado não significará, em qualquer hipótese, a transferência das responsabilidades às quais estão sujeitos os indicados no artigo 5º.

Artigo 8º - Os funcionários da CETESB e agentes por ela credenciados deverão ter livre acesso às AC/AS, bem como às áreas de influência das AC/AS, instalações físicas, documentos e demais informações relativas à contaminação causada, não podendo esse acesso ser negado em qualquer hipótese ou a qualquer pretexto.

Artigo 9º - Caberá à CETESB avaliar o êxito das ações de remediações realizadas.

Parágrafo 1º - Caberá ao responsável, concluída a remediação, implantar um programa

de monitoramento a ser aprovado pela CETESB, assim como as ações emergenciais decorrentes das informações provenientes desse monitoramento. No programa de monitoramento deverá constar os prazos e sanções pelo não cumprimento das atividades previstas.

Parágrafo 2º - No caso de voltar a ocorrer situações críticas ao meio ambiente e à saúde humana, a CETESB poderá requerer novos procedimentos.

Artigo 10 - A CETESB apresentará à Secretaria do Meio Ambiente, até julho de cada ano, a previsão de seus gastos, não cobertos pelo FEAC, relativos aos trabalhos a serem desenvolvidos no ano fiscal subsequente para efeito de inclusão no Orçamento Geral do Estado e posterior repasse a seus cofres.

Artigo 11 - Fica criado o Fundo Estadual para Áreas Contaminadas - FEAC para dar suporte a realização de investigações, remediações e monitoramento, sendo aplicado nos seguintes casos:

- I. na AC/AS constantes no cadastro elaborado pela CETESB;
- II. financiar ações de caracterização e remediação a serem implementadas pelo responsável;
- III. nas AC/AS onde o estado assuma as ações conforme estipulado no artigo 7º.

Parágrafo 1º - A gestão do FEAC será exercida pelo Grupo Especial para Áreas Contaminadas – GREAC, criado nesta lei, e terá como agente técnico a CETESB e como agente financeiro uma das instituições oficiais do sistema de crédito do estado, a ser indicada pela Junta de Coordenação Financeira da Secretaria da Fazenda.

Parágrafo 2º - Os agentes técnico e financeiro receberão individualmente, 1,5% dos recursos a título de remuneração dos serviços prestados no ano.

Parágrafo 3º - Os recursos do FEAC serão constituídos por:

- recursos da União, do estado e dos municípios definidos em orçamentos próprios e/ou a ele destinados por disposição legal;

- empréstimos nacionais e internacionais e recursos provenientes da ajuda e cooperação internacional e de acordos intergovernamentais;
- recursos oriundos de ressarcimento relativos a dispêndios do estado com trabalhos de caracterização, projetos e obras de remediação de locais;
- rendimentos provenientes da aplicação de seus recursos;
- retorno das operações de crédito contratadas;
- venda de ativos;
- doações de pessoas físicas, jurídicas, públicas, privadas, nacionais e estrangeiras;
- recursos eventuais que a ele sejam destinados.

Parágrafo 4º - O FEAC contará como patrimônio inicial os ativos imobiliários do estado relacionados no anexo desta lei, desde o momento de edição da mesma.

Artigo 12 - Fica criado o Grupo Especial para Áreas Contaminadas - GREAC com a função de estabelecer relação de áreas prioritárias para efeito de remediação, deliberar sobre a alocação de recursos do FEAC e para servir de instância recursal ao contencioso originado pela ação da CETESB na questão das AC e AS.

Parágrafo 1º - O GREAC terá a seguinte composição:

- o Secretário de Meio Ambiente, que o presidirá;
- 1 representante da CETESB e suplente;
- 2 representantes dos municípios e suplentes;
- 3 representantes de universidades e institutos de pesquisa públicos e privados e suplentes;
- 2 representantes de entidades profissionais (OAB, IE, Químicos, etc.) e suplentes;
- 1 representante do setor empresarial (industrial, imobiliário, etc.) e suplente;
- 1 representantes de entidades não governamentais e suplente.

Parágrafo 2º - O mandato de cada representante e suplente será de três anos, permitida 1 recondução.

Parágrafo 3º - Todos os representantes deverão possuir inequívoco conhecimento da matéria relativa a áreas contaminadas. Caso alguma instituição não consiga indicar um representante qualificado, a sua participação ficará em suspenso.

Parágrafo 4º - Nas situações pertinentes aos contenciosos, o GREAC contará com a participação de representante do responsável (ou responsáveis) e do município (ou municípios) envolvido, sem direito a voto.

Parágrafo 5º - Nos casos em que não for possível a deliberação de 2/3 dos representantes, o Ministério Público será convidado a se manifestar.

Disposições Transitórias

Artigo 13 - As organizações interessadas em participar no GREAC deverão se cadastrar junto à CETESB indicando os profissionais que poderão representá-las. A CETESB então realizará eventos para contribuir com cada segmento, de onde deverá sair uma lista com pelo menos três nomes para a decisão do Governador.

Parágrafo 1º - Será estabelecido mecanismo para que nunca ocorra a substituição de mais de 1/3 dos representantes de uma única vez.

Parágrafo 2º - A primeira turma de representantes deverá estabelecer o regimento interno, o qual só poderá ser modificado com a anuência do Governador.

15.2.2.1- Estágio Atual da Proposta de Lei de Áreas Contaminadas

Ainda não foi encaminhada para a Assembléia Legislativa de São Paulo.

15.2.3- Planejamento Ambiental da Atividade Industrial na Região de Influência de Paulínia

15.2.3.1- Objetivo

Desenvolver um processo de planejamento ambiental na região de influência de Paulínia, que subsidiará a definição da capacidade de suporte do meio ambiente, base para:

- O licenciamento de novos empreendimentos;
- A implementação de ações junto às indústrias já instaladas visando à redução das desconformidades eventualmente existentes, por meio da otimização do processo produtivo, aumento da sinergia entre as plantas e outras formas de controle;
- Uma atuação na direção do desenvolvimento sustentável.

15.2.3.2- Etapas a Serem Seguidas

- a) Definição da área de abrangência;
- b) Caracterização da situação ambiental:
 - Meio físico – água, ar, solo;
 - Dinâmica regional – taxas de crescimento econômico e demográfico, logística regional, tendências de crescimento;
 - Caracterização do parque industrial – processo produtivo, emissões;
- c) Inventário das ações em andamento;
- d) Identificação das situações críticas em relação à capacidade de suporte;
- e) Elaboração de cenários;
- f) Estabelecimento de padrões de emissão para a região como um todo e não apenas para fontes consideradas individualmente;
- g) Estabelecimentos de novos procedimentos para o licenciamento com base nos padrões/capacidade de suporte;
- h) Estabelecimentos de um programa de prevenção à poluição/controlado senso amplo para as unidades já instaladas.

15.2.3.3- Íntegra da Resolução SMA 13 de 19/03/99

DIÁRIO OFICIAL DO ESTADO

GOVERNADOR MARIO COVAS

Palácio dos Bandeirantes: Av. Morumbi, 4.500 - Morumbi

CEP 05698-900 Fone: 845-3344 - São Paulo

São Paulo, Terça feira, 23 de Março de 1999 - Seção 1 - pág. 33

Meio Ambiente

Resolução **SMA 13** de 19/3/99

Especialização em Gestão Ambiental

O Secretário do Meio Ambiente, no uso de suas atribuições e considerando que, conforme disposto nos artigos 4.º e 5.º da lei Estadual 9.509/97, que dispõe sobre a política Estadual do meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, a Política Estadual do Meio Ambiente visará promover o desenvolvimento sustentável em todo o território estadual; no que se refere ao desenvolvimento econômico e demográfico da Região de Campinas figura como a segunda região do Estado, com destaque para o setor industrial; o município de Paulínia, integrante desta Região, apresentou forte impulso em sua industrialização, a partir da instalação das indústrias químicas e de fertilizantes, refinarias e distribuidoras de derivados de petróleo (combustíveis e GLP); a região de Paulínia, apesar de já sediar um parque industrial significativo, apresenta um elevado potencial de atração, sendo objeto de procura para a instalação de novas unidades; a recente inauguração do Gasoduto Brasil-Bolívia, apresenta-se como potencial atrativo para a instalação de usinas termelétricas e de outros empreendimentos; as solicitações para obtenção de licenças vêm provocando preocupação de sociedade local quanto à qualidade ambiental da região; há necessidade do estabelecimento de estratégia específica para a gestão ambiental da região, tanto no que se refere às indústrias já instaladas, como para aquelas que vierem a se instalar; e a Secretaria do Meio Ambiente e a CETESB - Cia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, reúnem condições para propor novas técnicas de preservação ambiental, em entendimento com os poderes públicos e sociedade local; resolve:

Artigo 1.º - Criar um Grupo de Trabalho com o objetivo de identificar a capacidade de suporte dos recursos naturais, permitindo auxiliar na tomada de decisão relativa ao licenciamento e controle das atividades poluidoras na região de influência do município de Paulínia, assim como realizar estudos, estabelecer os entendimentos necessários com os interlocutores da área produtiva, poderes locais e comunidade, em processo integrado de planejamento ambiental.

Artigo 2.º - Caberá a este Grupo de Trabalho, elaborar diagnóstico da região quanto aos aspectos do meio físico e sócio-econômico; adotar modelos matemáticos para ar e água, visando a simulação de cenários futuros, e estabelecer a capacidade de suporte do meio.

Parágrafo Único - Ao longo dos trabalhos, será definida uma nova estratégia para o licenciamento das atividades industriais nesta região e para a readequação das fontes industriais já existentes.

Artigo 3.º - O Grupo de Trabalho contará com suporte das áreas técnicas da Secretaria do Meio Ambiente e da CETESB - Cia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, para o desenvolvimento destas atividades.

Parágrafo Único - Serão viabilizadas parcerias com entidades técnicas e de pesquisa, sempre que o desenvolvimento do trabalho assim exigir, e incentivadas gestões junto a outras instituições, para a realização de um trabalho integrado no Estado.

Artigo 4.º - Durante a realização dos trabalhos, o Grupo organizará reuniões e encontros com os segmentos envolvidos, de forma a mantê-los atualizados quanto ao seu progresso e receber contribuições para o seu desenvolvimento

Artigo 5.º - O Grupo de Trabalho contará com a seguinte composição:

Coordenação Geral: Stela Goldenstein - Secretária Adjunta - RG 4.414.615;

Ana Cristina Pasini Costa - SMA/CPRN - RG 10.737.413-4; Célia Regina Bueno Palis Poeta - CETESB - RG 4.454.104; Claudio Darwin Alonso - CETESB - RG 3.380.330-4; Elzira Dea Alves Barbour - CETESB - RG 732.811/BA; Luiz Eduardo de Souza Leão - CETESB - 5.469.245; Pedro José Stech - CPRN - RG 6.527.732; Rosa Maria de Oliveira Machado Mancini - CPLA - RG 10.787.545

Parágrafo Único - Serão constituídas equipes de execução, compostas por técnicos especializados indicados pela Coordenação Geral, que desenvolverão atividades conforme plano de trabalho estabelecido em Termo de Referência.

Artigo 6.º - Caberá ao grupo de Coordenação elaborar relatórios parciais acerca do andamento dos trabalhos.

Artigo 7.º - Os processos de licenciamento ambiental para novos empreendimentos serão conduzidos em paralelo ao desenvolvimento do projeto aqui proposto, desde que os empreendimentos, individualmente, atendam aos aspectos técnicos e legais vigentes, estando a concessão da licença vinculada à assinatura de um Termo de Compromisso a ser firmado entre a Secretaria do Meio Ambiente e o empreendedor, com o objetivo de garantir o processo de adequações tecnológicas e a melhor inserção alterações no projeto em curso.

Artigo 8.º - O prazo para realização deste trabalho é de trinta meses.

Artigo 9.º - Essa Resolução entra em vigor a partir da data de sua publicação.

15.2.3.4- Estágio Atual da Resolução SMA 13 de 19/3/99

O prazo para conclusão dos trabalhos terminou em setembro/2001. Os estudos estão em fase de conclusão e o relatório deverá ser divulgado em breve.

16. Política Ambiental

16.1- Programa de Prevenção e Controle da Poluição das Águas Subterrâneas

16.1.1- Importância da Gestão Global

Implantar um sistema de proteção das águas subterrâneas contra qualquer evento poluidor é uma tarefa difícil, que envolve conceitos complexos e ainda não totalmente conhecidos.

Em vista dessa complexidade, que afeta o transporte de contaminantes nas águas subterrâneas, da importância relativa com que cada mecanismo participa na atenuação de cargas poluidoras e da singularidade de situações de campo ou área de avaliação, seria mais lógico tratar cada atividade contaminante, num ambiente hidrogeológico específico, de forma individual e investigar caso a caso, avaliando assim os riscos de poluição (FOSTER, 1987).

Entretanto, o custo de estudos hidrogeológicos e hidroquímicos é relativamente alto; então, para se determinar o risco de poluição de águas subterrâneas, é preciso adotar inicialmente procedimentos simples e econômicos, mas consistentes, para estabelecer prioridades nas posteriores investigações de campo

Existem muitas dificuldades ao se tentar implantar políticas de proteção das águas subterrâneas, por uma série de considerações técnicas e administrativas (FOSTER et al., 1991):

- Dúvidas sobre as características do recurso hídrico subterrâneo, devido à falta de exatidão nas estimativas tanto de recarga como do armazenamento do aquífero;
- Incertezas sobre a escala de risco da contaminação das águas subterrâneas e problemas ocasionados pelo transporte de contaminantes;
- Elevado número de sistemas de abastecimento urbano e rural que, normalmente, são muito vulneráveis;
- Problemas legais relacionados com a exploração das águas subterrâneas ou com as fontes de poluição existentes, anteriores à introdução de uma nova política de proteção do aquífero.

Uma política de proteção dos recursos hídricos subterrâneos deverá contemplar aspectos de gestão de qualidade e quantidade.

Um programa de avaliação e administração global do recurso hídrico subterrâneo é apresentado na Figura 16.1. Segundo FOSTER & HIRATA (1988), tal programa deveria iniciar pelo reconhecimento dos aquíferos mediante cadastro de poços em operação e abandonados, por mapas hidrogeológicos regionais e locais, pela definição do regime de

fluxo regional e avaliação preliminar do recurso hídrico subterrâneo. De posse desses dados, poderão ser estabelecidas etapas que contemplem aspectos de qualidade natural do recurso (hidroquímica) e mudanças causadas pela atividade antrópica (poluição).

Em qualquer proposta para se definir uma política de gestão é necessário o desenvolvimento de um cadastro de poços em operação e abandonados; para tanto, o mínimo que deverá ser requerido é:

- A localização dos poços, em carta de escala maior que 1:50.000;
- O desenho do perfil construtivo e do perfil litológico;
- As taxas de bombeamento e explorações diárias, mensal e anual;
- O tipo de uso da água;
- As análises físico-químicas e bacteriológicas da água.

FIGURA 16.1- ESQUEMA DE ADMINISTRAÇÃO GLOBAL DOS RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS (MODIFICADO DE FOSTER & HIRATA 1988)

ESQUEMA DE ADMINISTRAÇÃO GLOBAL DOS RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS

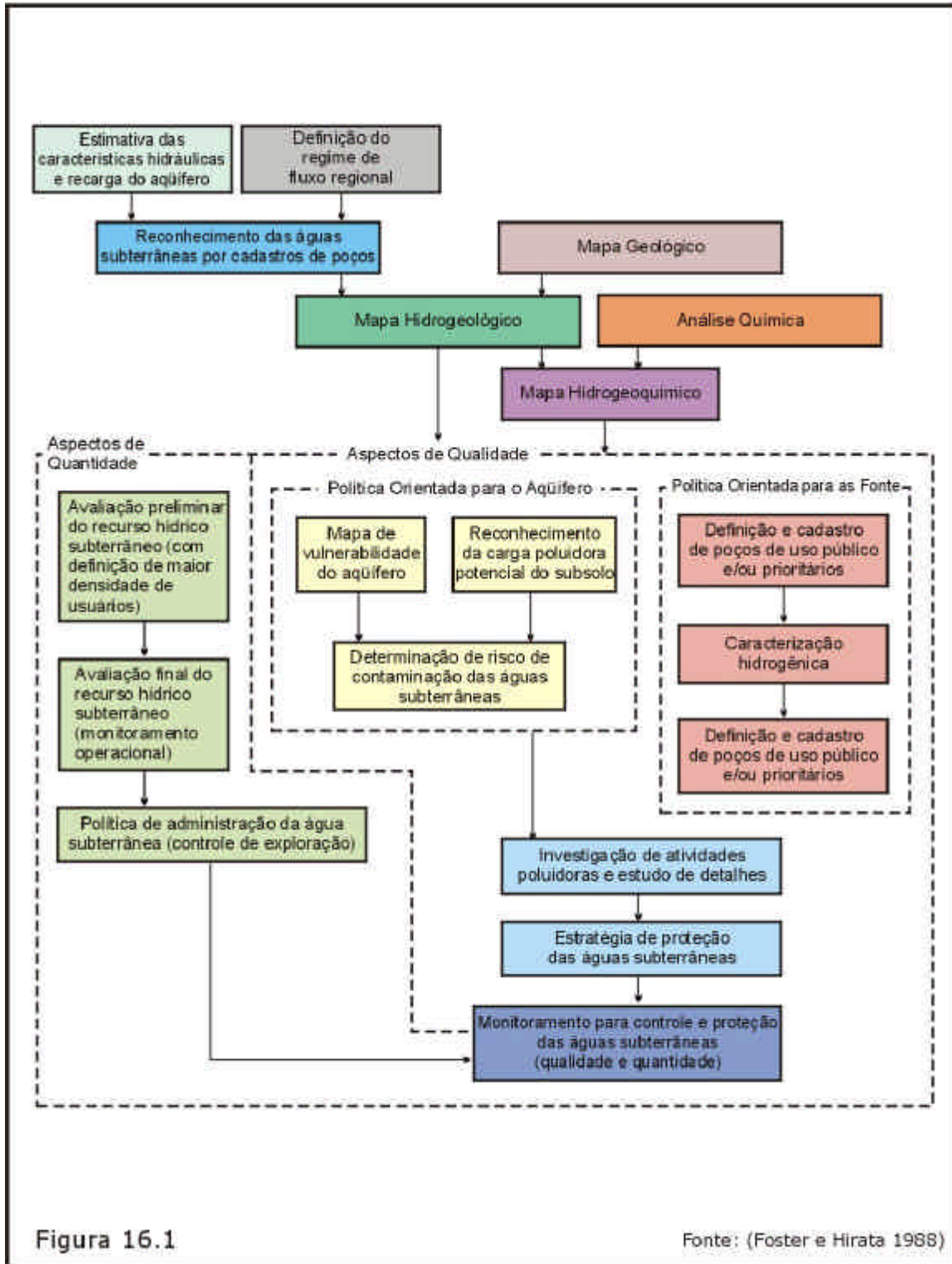


Figura 16.1

Fonte: (Foster e Hirata 1988)

O cadastramento de poços existentes e autorização para a perfuração de novos são, no Estado de São Paulo, exigência de lei (Lei n.º 6.134/88 Decreto Lei n.º 32.955/91 e Portaria DAEE n.º 717/96). Esses dispositivos legais, associados às portarias complementares do DAEE e normas para perfuração e manutenção de poços tubulares, estabelecem as responsabilidades institucionais, as exigências ao usuário e ao perfurador.

O DAEE possui um cadastro de poços tubulares do Estado que serviram de base para a confecção dos Estudos Regionais de Águas Subterrâneas (DAEE, 1972, 1974, 1976, 1979, 1982 e 1983). Entretanto, tal banco de informações está bastante desatualizado, uma vez que, com o tempo, não houve a sistemática para inserir novas informações. Esse cadastro contém a relação de aproximadamente 12.000 poços; mas para o estado, estima-se que exista atualmente um número superior a 30.000.

O DAEE, de posse das informações geradas pelos estudos regionais, está trabalhando na confecção da Carta Hidrogeológica do Estado de São Paulo.

As campanhas, desenvolvidas a partir da década de 70 pelo DAEE, permitiram a coleta e a análise química de cerca de 1.300 amostras de água retiradas dos poços, estabelecendo sua composição química.

Ainda de maneira bastante tímida, estudos de casos de poluição em detalhes, têm sido executados no Estado, muitas vezes associados a teses acadêmicas, como o de HASSUDA (1989), que versou sobre a poluição pela vinhaça no Aquífero Adamantina (Sistema Aquífero Bauru); GUIGER (1987), sobre a poluição de aterros sanitários no Aquífero Itararé; OLIVEIRA (1992), sobre o vazamento de tanques de gasolina, em regiões cristalinas, entre outras; ou mesmo, como exigência do órgão de controle ambiental, envolvendo firmas particulares de consultoria.

O projeto "Mapeamento da Vulnerabilidade e Risco de Poluição das Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo" vem num momento em que o setor necessita estabelecer prioridades no campo da gestão de qualidade, e definir áreas de maior risco ambiental e identificar quais atividades poderão vir a gerar cargas potencialmente perigosas. O estabelecimento de áreas de maior vulnerabilidade responde às necessidades dos dispositivos legais que proíbem, por exemplo, a instalação de pólos petroquímicos em áreas de alta vulnerabilidade.

16.1.2- Estratégias Gerais para Definição de Políticas de Gestão da Qualidade

Para o estabelecimento de políticas e programas de prevenção e controle da poluição, há que se considerar duas estratégias, ou concepções, distintas: a primeira, aparentemente mais simples, consiste em impor diferentes níveis de restrição por meio

dos chamados perímetros de proteção em torno de poços, caracterizando cada zona por um tempo de trânsito específico (variando de meses a alguns anos) do poluente em relação a estas fontes de captação (Tabela 16.1 e Figura 16.2).

Tabela 16.1- Comparação Tentativa Entre Diferentes Perímetros de Proteção Adotados na Europa - Fonte - (MATTHESS et al., 1985)

Normas	Rep. Fed. Alemã	Áustria	Bélgica	Finlândia	Holanda	Frância	Suíça	Recoestovácua	Hungria	Suecia	Reino Unido
Somente Atividades de Extração de Água	Zona I Perímetro de Poço 10 m	Perímetro Imediato Proteção	Zona de Proteção Imediata	Área de Sução	Campo do Poço	Proteção Imediata 10 a 20 m	Zona 1 10 a 20 m	1 Zona Sanitária de Proteção 10 a 50 m	Zona de Proteção	Área de Poço	Área de Proteção Não Instituída - 10 a 50 m
Proibição De construções e Restrições a Atividades Agrícolas	Zona II 50 dias	Área de Proteção 50 dias	100 m 24h Área de Proteção Interna 300 a 1.000m 50 dias	Zona de Proteção Interior 60 dias	Área de Proteção Captura > 30m 50 a 50 dias	Área de Proteção Interna	Zona II > 100m 10 dias	2 Zonas Sanitárias de Proteção Interna		Área de Proteção Interna > 100m 50 dias	Área Não Fixada, Pedido de Proteção das Águas Subterráneas Estabelecido através de Planeamento Desenvolvimento P/ Área de Recarga
Restrições a Certas Indústrias, Armazenamento e Transporte de Certos Produtos Químicos e Óleos	Zona III A Zona III B	Área de Proteção Parcial	Área de Proteção Remota	Zona de Proteção Externa	Área de Proteção 10 anos Área de Proteção 25 anos	Área de Proteção Remota	Zona III > 300m Zona A Zona B RECARGA	2 Zonas Sanitárias de Proteção Externa	Área de Proteção Hidrogeológica		(Classificação de Vulnerabilidade pode ter utilizado)

Limites da Área de Recarga

Figura 16.2– Esquema Simplificado de Perímetro de Proteção de Poços Adotado nos EUA

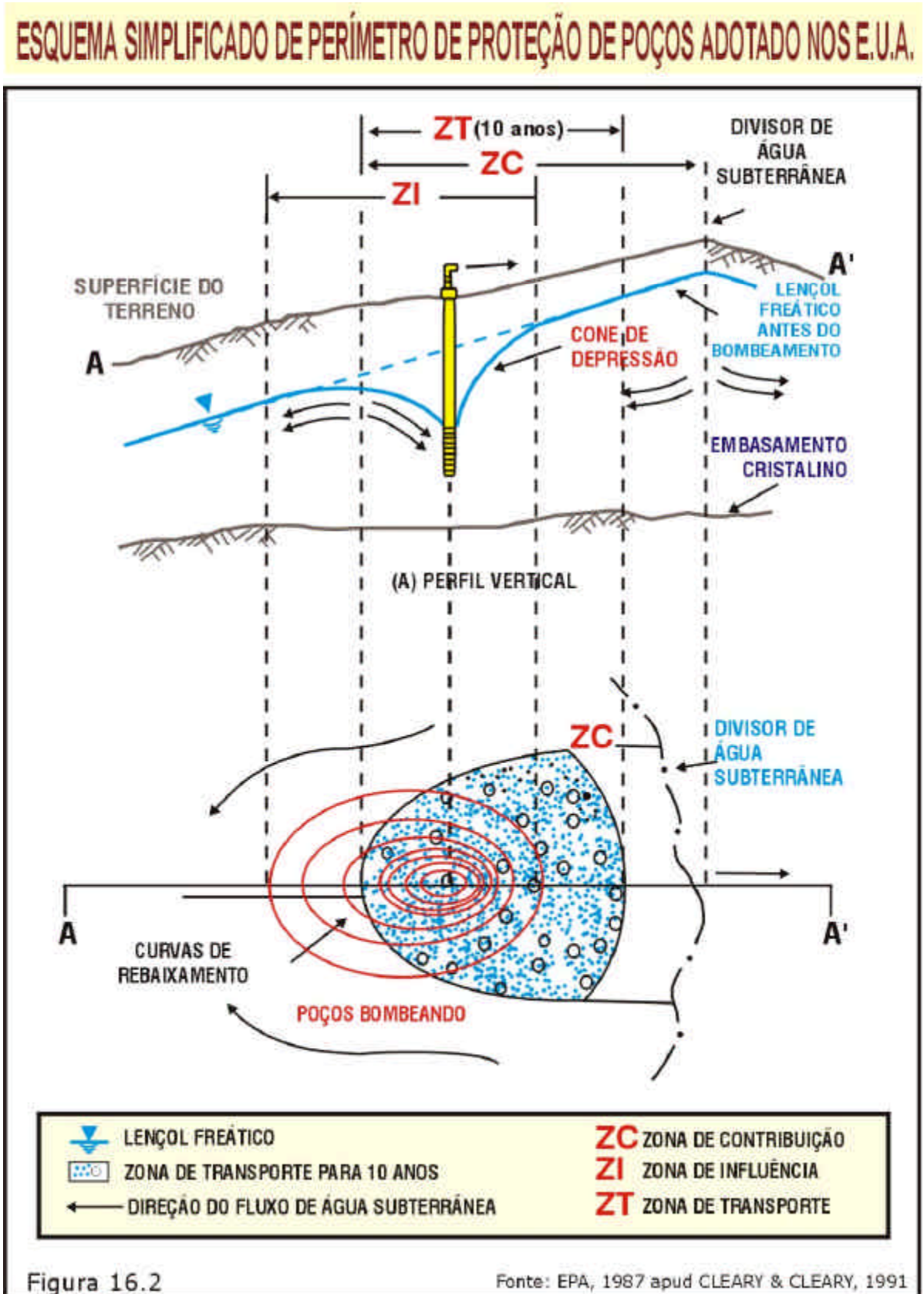


Figura 16.2

Fonte: EPA, 1987 apud CLEARY & CLEARY, 1991

Este enfoque, apesar da conveniência administrativa e simplicidade legislativa, apresenta as seguintes restrições a uma aplicação efetiva (FOSTER et al., 1988; HIRATA, 1993):

- O número crescente de poços em muitas áreas inviabiliza o estabelecimento de zonas de proteção fixas;
- As deficiências dos dados e as incertezas técnicas dificultam o cálculo das dimensões requeridas pelos perímetros de proteção, exigindo um trabalho de detalhe, caso a caso, normalmente oneroso;
- O enfoque de perímetro de proteção está centrado no tempo de trânsito do poluente na zona saturada quando, na prática, é a zona não-saturada que oferece a barreira mais eficaz contra a poluição.

As políticas orientadas para a fonte são as mais convenientes para aquíferos mais homogêneos, explorados por um número relativamente pequeno e fixo de poços de alto rendimento para o abastecimento municipal. De modo particular são apropriadas para regiões escassamente povoadas sem conduzir a sérios conflitos com outros interesses. Estas políticas não se aplicam com facilidade onde existe um grande e crescente número de extrações individuais. A deficiência de informações e imprecisões científicas, especialmente em aquíferos heterogêneos, podem fazer com que a estimativa da dimensão requerida das zonas de proteção seja problemática ou inadequada.

Em vista dessas dificuldades, torna-se necessário buscar uma segunda diretriz, mais ampla, flexível e universalmente aplicável para a proteção das águas subterrâneas. Trata-se de promover o controle das atividades agrícolas, industriais e urbanas em face da vulnerabilidade do aquífero à poluição, considerando a importância local do recurso hídrico subterrâneo no fornecimento de água potável. A questão crucial é saber se devem ser permitidas a utilização de produtos químicos industriais altamente tóxicos e persistentes e atividades agrícolas que dependam da aplicação de grandes quantidades de fertilizantes e praguicidas em áreas de alta vulnerabilidade de poluição dos aquíferos.

O Estado de São Paulo, no Decreto nº 32.955/91, que regulamenta a Lei nº 6.134/88, de Águas Subterrâneas, no Capítulo III estabelece o perímetro de proteção de poços, com vistas à defesa de poços e outras captações de maior importância, sobretudo para o abastecimento público. São fixados três níveis de proteção, do regional para o local, a saber:

- área de proteção máxima: compreendendo, no todo ou em parte, zonas de recarga de aquíferos altamente vulneráveis à poluição e que se constituem em depósitos de águas essenciais para o abastecimento público;

- Área de restrição e controle: caracterizada pela necessidade de disciplina das extrações, controle máximo das fontes poluidoras já implantadas e restrição a novas atividades potencialmente poluidoras, e
- Área de proteção de poços e outras captações: incluindo a distância mínima entre poços e outras captações e o respectivo perímetro de proteção.

Buscar a combinação das duas opções de proteção de recursos e de fontes, talvez seja a atitude mais realista a prática na conservação da qualidade das águas subterrâneas por meio das seguintes diretrizes:

- Exercer a proteção geral do aquífero, sobretudo na área de recarga, com medidas de controle das atividades que o afetam, com mapeamentos da vulnerabilidade do aquífero;
- Estabelecer áreas de proteção especial em torno de poços e das baterias de poços de abastecimento público.

Apesar das propostas para o controle das águas subterrâneas e a prevenção da poluição (proteção do recurso e proteção da fonte) serem complementares, a ênfase de um ou outro dependerá da situação de exploração do recurso e das condições hidrogeológicas imperantes.

A política orientada para o aquífero é a mais universalmente aplicável, flexível e vigorosa, posto que tenta alcançar um grau de proteção completa. Entretanto, deve-se notar que o conceito de zona de proteção é normalmente incorporado dentro de políticas mais amplas, em forma de recomendações. A determinação das áreas de risco de poluição fornecerá subsídios para identificar locais ou situações onde a investigação de detalhe seja necessária.

17. EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Conforme a Conferência de Tbilisi (Primeira Conferência Intergovernamental sobre Educação Ambiental) organizada pela UNESCO, em colaboração com o Programa das Nações Unidas para o Meio ambiente, realizada em 1.977 na Geórgia, para o desenvolvimento da educação ambiental, deveriam ser adotados alguns critérios que considerassem todos os aspectos que compõem a questão ambiental, ou seja, os aspectos políticos, sociais, econômicos, científicos, tecnológicos, éticos, culturais e ecológicos, que a educação ambiental deveria ser o resultado de uma reorientação e articulação de diversas disciplinas e experiências educativas que facilitem a visão integrada do meio ambiente, que os indivíduos e a coletividade possam, através da educação ambiental, compreender a natureza complexa do meio ambiente e adquirir os conhecimentos, os valores, os comportamentos e as habilidades práticas para participar eficazmente na prevenção e solução dos problemas ambientais; mostrassem com toda clareza as interdependências econômicas, políticas e ecológicas do mundo moderno, no qual as decisões e comportamentos dos diversos países pudessem produzir conseqüências que suscitem uma vinculação mais estreita entre os processos educativos e a realidade, estruturando suas atividades em torno dos problemas concretos que se impõem à comunidade e enfoca-los através de uma perspectiva interdisciplinar e globalizadora; que seja concebida como um processo contínuo, dirigido a todos os grupos de idade e categorias profissionais.

Assim a educação ambiental teria como finalidade ajudar a fazer compreender, claramente, a existência e a importância da interdependência econômica, social, política e ecológica, nas zonas urbanas e rurais. Proporcionar a todas as pessoas a possibilidade de adquirir os conhecimentos, o sentido dos valores, as atitudes, o interesse ativo e as atitudes necessárias para proteção e melhoria do meio ambiente; induzir novas formas de conduta nos indivíduos, nos grupos sociais e na sociedade em seu conjunto, a respeito do meio ambiente.

Os princípios básicos da educação ambiental estabelecidos pela Conferência de Tbilisi foram os seguintes:

A educação ambiental deve:

- a) Considerar o meio ambiente em sua totalidade, ou seja, em seus aspectos naturais e criados pelo homem, tecnológicos e sociais (econômico, político, técnico, histórico natural, moral e estético);
- b) Constituir um processo contínuo e permanente, começando pelo pré-escolar e continuando através de todas as fases do ensino formal e não formal;

- c) Aplicar um enfoque interdisciplinar, aproveitando o conteúdo específico de cada disciplina, de modo que se adquira uma perspectiva global e equilibrada;
- d) Examinar as principais questões ambientais dos pontos de vista local, regional, nacional e internacional, de modo que os educandos se identifiquem com as condições ambientais de outras regiões geográficas;
- e) Concentrar-se nas situações ambientais atuais, tendo em conta também a perspectiva histórica;
- f) Insistir no valor e na necessidade da cooperação local, nacional e internacional para prevenir e resolver os problemas ambientais;
- g) Considerar de maneira explícita, os aspectos ambientais nos planos de desenvolvimento e de crescimento;
- h) Ajudar a descobrir os sintomas e as causas reais dos problemas ambientais;
- l) Destacar a complexidade dos problemas ambientais e em consequência, a necessidade de desenvolver o senso crítico e as habilidades necessárias para resolver os problemas;
- j) Utilizar diversos ambientes educativos e uma ampla gama de métodos para comunicar e adquirir conhecimentos sobre o meio ambiente, acentuando devidamente as atividades práticas e as experiências pessoais.

O município de Paulínia desenvolve atualmente dois projetos de educação ambiental, um focando especificamente a reciclagem de papel e papelão e outro, mais abrangente, focando a importância da preservação do meio ambiente.

17.1- PROJETO “RECICLANDO NA ESCOLA”

O principal objetivo deste projeto é demonstrar aos alunos das escolas de 1º e 2º graus do município, a importância da reciclagem de materiais (papel, papelão, plástico e alumínio), processos praticados pelas empresas Orsa Celulose, Papel e Embalagens e Real Plast, promotoras do projeto, em conjunto com as Secretarias Municipais do Meio Ambiente e Educação e Cultura.

Na primeira etapa do projeto foram desenvolvidas palestras com ênfase na importância da preservação do meio ambiente e reciclagem de papel e papelão, ministradas nas escolas participantes por colaboradores voluntários do Grupo ORSA.

Nas escolas, a empresa instalou caçambas para depósito dos papéis e papelões coletados pelos alunos. Periodicamente estas caçambas são retiradas, o material é coletado, pesado e o peso é convertido em pontos para as escolas. Estes pontos são somados e, ao final do ano letivo, as escolas são premiadas com equipamentos que atendem às suas principais necessidades.

A segunda etapa do projeto contou com a adesão da empresa Real Plast e incluiu a reciclagem de outros materiais, tais como, plásticos e alumínio.

Tabela 17.1- Pontuação das Escolas – Ano 2001

EMPRESAS PROMOTORAS	TIPO DE MATERIAL	PONTUAÇÃO	
		Quantidade (Kg)	Pontos Correspondentes
Orsa Celulose, Papel e Embalagens S/A	PAPEL	10	1,5
Real Plast	PLÁSTICO	12	1
	ALUMÍNIO	1	1

• Premiação

- 15 Pontos Bola de Futebol, ou Vôlei, ou Basquete
- 17 Pontos rede para gol, ou rede de vôlei
- 100 Pontos Máquina Fotográfica Automática
- 200 Pontos Microsistem
- 320 Pontos Retroprojeter
- 350 Pontos Vídeo K7
- 410 Pontos Impressora Jato Tinta
- 540 Pontos Mini Sistem
- 850 Pontos Filmadora
- 1250 Pontos Microcomputador Pentium
- 2500 Pontos Fotocopiadora cap. 12 cópias/minuto

Os pontos obtidos com a venda de um determinado tipo de material não podem ser somados a outros tipos, como também os prêmios a serem distribuídos serão separados, dependendo do material a ser reciclado.

Outros prêmios poderão ser adquiridos dependendo da necessidade da escola.

17.2- Projeto “Meio Ambiente é Vida”

O principal objetivo deste projeto foi construir um centro de educação ambiental no município, com a finalidade de demonstrar aos alunos a importância da preservação do meio ambiente.

O projeto foi desenvolvido pela Secretaria de Obras e Serviços Públicos da Prefeitura Municipal de Paulínia em parceria com as empresas do Grupo Orsa; a seguir reproduzimos na íntegra os detalhes do projeto:

Introdução

No Meio Ambiente tudo deve ser harmonioso e funcionar em perfeito equilíbrio, onde vários processos naturais aconteçam em condições adequadas.

Durante muito tempo a população humana se beneficiou dos recursos naturais, sem alterá-los, nem comprometê-los. Portanto, à medida que o desenvolvimento populacional e industrial foi acontecendo, as cidades foram crescendo e para seu abastecimento, a agricultura também se modernizou, utilizando mecanização, adubos químicos e agrotóxicos. Paralelamente houve um aumento muito grande da demanda de energia com a utilização dos bens de consumo como eletrodomésticos, automóveis, processamento de alimentos, etc.

O uso intensivo e inadequado do Meio Ambiente, em função da tecnologia teve como consequência processos de desequilíbrio como: destruição de ambientes naturais, poluição, esgotamento dos recursos naturais, aumento na produção de lixo, diminuição da qualidade de vida e outros. Esse processo prejudicial foi se intensificando, alterando o solo, a água e o ar, a ponto de percebermos que o nosso planeta não é infinito e que seus recursos naturais estão fadados a desaparecer senão forem utilizados adequadamente. Diante da possibilidade de um futuro sombrio, hoje já se faz sentir, por parte de vários segmentos da sociedade uma preocupação e sensibilização muito grande para com tudo que envolve a natureza.

A Educação Ambiental através de uma abordagem global e interdisciplinar vem de encontro com essa preocupação, onde a base é garantir um Meio Ambiente sadio para todos os homens e outros tipos de vida existentes na face da terra. Portanto, é uma forma de prática educacional sintonizada com a vida da sociedade.

Por que a Educação Ambiental?

Sabemos que somente cabe a ela ajudar os indivíduos e os grupos sociais estabelecendo:

- a) Conhecimento: ao adquirir diversidades de experiências e compreensão fundamental do Meio Ambiente e dos problemas que o afetam;
- b) Conscientização: ao adquirir consciência do Meio Ambiente global e a sensibilizar-se por estas questões;
- c) Comportamento: ao comprometer com a causa ambiental, motivando-os a participação ativa na melhoria e proteção do Meio Ambiente;
- d) Habilidades: ao adquirir as habilidades necessárias para identificar e resolver os problemas ambientais;

e) Participação: ao possibilitar a participarem ativamente nas tarefas que tem por objetivo resolver os problemas ambientais.

Justificativa

Acreditamos ser Paulínia, uma cidade que tem um desenvolvimento acelerado, em função das inúmeras indústrias que aqui se instalaram por diversas razões, entre as quais podemos citar as inúmeras vantagens que a Administração Pública oferece a todos os seus munícipes através de importantes serviços prestados em vários setores como saúde, educação, transporte, habitação, etc.

Sabemos da grande importância do desenvolvimento para a nossa cidade, porém hoje, já são nítidos os sinais de perda da qualidade de vida. São inúmeros os casos clínicos de processos alérgicos e respiratórios desenvolvidos pela população; em alguns bairros já se tornam comuns os problemas de abastecimento de água; o lixo que ainda está sendo inadequadamente coletado e destinado, e tantos outros fatores que afetam a nossa vida diária.

Infelizmente muito pouco tem sido feito pelas autoridades competentes ao longo dos últimos anos para objetivamente coibir ações nocivas ao Meio Ambiente. Estamos cientes que somente através da informação e da educação o povo adquirirá condições de participar da sociedade de modo consciente, crítico e criativo exercendo a sua verdadeira cidadania.

Pensando em desenvolver na criança o sentido, ainda muito pouco divulgado, da "Importância de Preservar o Meio Ambiente" é que estamos desenvolvendo este projeto de construção de um Centro de Educação Ambiental.

Nós e as gerações futuras devemos estar preparadas para entender os diversos aspectos que configuram o Meio Ambiente e que variam com a passagem do tempo, gerando novos problemas para os quais se devem buscar novas soluções. Neste processo de Educação, o professor e a comunidade escolar destacam-se como os principais agentes de mudanças. A realização de um trabalho de Educação Ambiental surge pela necessidade de resgatar conceitos de preservação e conservação do Meio Ambiente, assessorando as escolas e a vida comunitária.

Clientela Alvo

O desenvolvimento deste projeto tentará abranger o maior número possível de alunos que hoje estão distribuídos nas entidades municipais e estaduais de ensino público.

Objetivos

- Geral

Despertar nos visitantes sentimentos de interesse pelo Meio Ambiente motivando-os a tomar parte da tarefa de conservá-lo e melhorá-lo através de ações concretas e de mudanças de comportamento.

- Específicos

Oferecer um novo local onde as crianças e jovens aprendam e desenvolvam atividades educacionais em ambiente amplo, aberto e dinâmico, trazendo-as de volta a um contato mais íntimo com a natureza.

Divulgar entre alunos e educadores a importância do Centro dando a conhecer as possibilidades do aproveitamento do mesmo, por todas as disciplinas que compõem o currículo.

Coordenar atividades de Educação Ambiental na cidade de Paulínia, fixando diretrizes e conteúdos metodológicos e programáticos.

Promover campanhas e eventos bem como elaborar e desenvolver os instrumentos necessários para a sensibilização da população.

Servir como base de vigilância de uma das áreas de maior importância ecológica da cidade.

Caracterização

Para atender efetivamente esta proposta de trabalho, vemos a importância de se criar oportunidades que possibilitem tanto a construção de conhecimentos sobre a ecologia e sua utilização pelo homem, como principalmente a prática desses conhecimentos.

Portanto, o projeto tem como característica básica desenvolver atividades denominadas de "Estudo do Meio", através de visitas técnicas, trilhas interpretativas e oficinas.

Aspectos Físicos

Achamos por bem estar aproveitando vários locais públicos e particulares para levar ao conhecimento dos alunos a importância e a função de cada um deles no contexto ambiental e social, onde estarão sendo desenvolvidas atividades lúdicas e educativas aproveitando o máximo das características de cada local.

Aspectos Sociais

Este projeto tem como maior finalidade, levantar os problemas ambientais do bairro onde a escola esteja situada e tentar resolvê-los da melhor maneira possível, mostrando que o sucesso do trabalho só será alcançado, se houver o envolvimento de todos os setores da sociedade, sejam eles alunos, pais, professores, prefeitura, empresas, comércio, etc.

Neste aspecto são abordadas a arborização das ruas, formação e conservação de praças, preservação de matas remanescentes, destino adequado do lixo, proteção às nascentes de água, saúde ambiental na prevenção de doenças e poluição dos córregos.

Quando for alcançado um melhor gerenciamento ambiental do local, com certeza a população se beneficiará do aumento da qualidade de vida.

Aspectos Pedagógicos

Acreditamos que somente com a participação, vivências e experimentações é que conseguiremos promover o desenvolvimento de conhecimentos, atitudes e habilidades necessárias à preservação e melhoria da qualidade ambiental.

As visitas técnicas, bem como as trilhas interpretativas, foram selecionadas levando-se em consideração temas que envolvem os principais problemas ambientais de nossa cidade e que despertam interesse nas crianças e nos jovens. Foram então criadas sete oficinas:

1ª Oficina: "Pensando Verde"

Tema: Os Vegetais

Local: Jardim Botânico

Objetivo Geral: mostrar a importância das plantas como sendo os primeiros seres vivos a habitar o planeta e de terem sido o elemento fundamental para o aparecimento da vida animal.

Conteúdo: O desenvolvimento das plantas, divisão das partes de uma planta, utilização das plantas pelo homem, técnicas de semeadura, estaquia, transplante e plantio,

biodiversidade, arborização urbana, plantas medicinais e aromáticas, conservação e preservação.

Atividades: Seqüência lógica (desenvolvimento de uma planta), quebra-cabeça (funções e utilização das plantas), produção de mudas (semeadura, estaquia, transplante e plantio), visita monitorada (biodiversidade, características e funções das árvores) e conhecimento de plantas medicinais e aromáticas.

2ª Oficina: “Tudo Deve Estar em Equilíbrio”

Tema: Os Animais

Local: Parque Ecológico

Objetivo Geral: mostrar a importância de todas as espécies animais e suas relações interdependentes com os vegetais no sensível equilíbrio da natureza.

Conteúdo: Origem e classificação dos animais, características particulares de alimentação, comportamento, habitat e reprodução, tráfico de animais silvestres suas causas e conseqüências, extinção dos animais, importância e função dos parques e zoológicos, conservação e preservação.

Atividades: Roda dos animais (características e classificação), preparo de alimentação (hábitos, qualidade e quantidade dos alimentos), audiovisual (tráfico de animais, causa, conseqüências e soluções), visita monitorada (características da classe, comportamento e habitat dos animais, causas e conseqüências da extinção).

3ª Oficina: “Os Ciclos da Vida”

Tema: Os Ecossistemas

Local: Mata da Fazenda Saltinho, região de Cerrado e Banhados da cidade de Paulínia.

Objetivo Geral: fazer com que os alunos vivenciem as características dos principais tipos de ecossistemas atentando para as diferenças do clima, solo e vegetação e mostrar a importância da integração do meio biótico e abiótico através dos ciclos da vida.

Conteúdo: importância e preservação dos ambientes naturais, aspectos físicos e biológicos sobre o solo, clima, vegetação e dos animais nos diferentes ecossistemas, cadeia alimentar equilíbrio ecológico, os ciclos da água, do nitrogênio e da energia.

Atividades: Trilha interpretativa no cerrado, trilha interpretativa na mata e no banhado.

4ª Oficina: “Poupar e Não Desperdiçar”

Tema: A água

Local: Nascentes, córregos e rios da cidade. Estação de Captação e Tratamento de Água.

Objetivo Geral: valorização da água potável como um recurso natural e imprescindível para a forma de vida, através do conhecimento do seu ciclo de renovação, das suas propriedades e disponibilidade limitada em nosso planeta. Alertar para os problemas de abastecimento devido às características da bacia hidrográfica da região fazendo com que todos passem a usá-la mais adequadamente.

Conteúdo: Aspectos físicos e biológicos de uma nascente d'água, importância de preservação da mata ciliar dos cursos d'água em Paulínia e situação atual da bacia hidrográfica da região.

Atividades: Visitas a uma nascente d'água, estação de captação de água e estação de tratamento de água.

5ª Oficina: “Usando a Energia com Inteligência”

Tema: Energia

Local: Mini Pantanal de Paulínia, Represa de Salto Grande e Usina Hidroelétrica de Americana.

Objetivo Geral: proporcionar o entendimento de como se produz a energia utilizando-se os recursos naturais e conhecer os prejuízos causados ao ambiente pela demanda cada vez maior de energia por parte do progresso do homem.

Conteúdo: Aspectos físicos e biológicos do rio Atibaia e da represa de Salto Grande, qualidade da água, levantamento da Fauna e Flora, importância da preservação da mata ciliar, crescimento imobiliário ao redor da represa, vantagens e desvantagens da construção de uma usina hidroelétrica, preservação do rio Atibaia, lixo, esgoto doméstico e industrial e a importância de se economizar energia.

Atividades: Trilha interpretativa na represa (aspectos da fauna e crescimento urbano), trilha interpretativa na represa de Salto Grande (aspectos físicos da vegetação e da água), visita técnica à usina hidroelétrica (barragem, condutos e geradores da usina) e visita técnica à usina hidroelétrica (Centro de Piscicultura da usina).

6ª Oficina: “Crescer sem Destruir”

Tema: O Progresso

Local: Empresas do Grupo Orsa

Objetivo Geral: mostrar que o progresso e o meio ambiente podem ser compatíveis através do conhecimento e da aplicação das técnicas do desenvolvimento sustentável.

Conteúdo: Preservação das matas, reflorestamento, a água como recurso natural imprescindível na fabricação de papel, a reciclagem, tratamento de efluentes,

decomposição de matéria orgânica, métodos para melhoria das condições da água, ISO 9000 e ISO 14000.

Atividades: Visita técnica à empresa Orsa Celulose, Papel e Embalagens S/A, confecção de caixas de papelão, reciclagem de papelão, depósito de papelão, audiovisual sobre a atuação da empresa, distribuição de mudas de árvores, visita à estação de tratamento de efluentes e ao seu laboratório.

7ª Oficina: “Preservando nossos Tesouros”

Tema: Lixo e Reciclagem

Local: Centro de Coleta Seletiva - Projeto Lixo Zero Empresa Plastima

Objetivo Geral: mostrar que o progresso trouxe conseqüências danosas ao meio ambiente, através da grande produção de lixo, apontar soluções como reciclagem e aproveitamento de sucatas, diminuição da produção de lixo e sua destinação adequada.

Conteúdo: Noções sobre aterro sanitário, coleta seletiva, lixo hospitalar, poluição ambiental, contaminação da água e do solo, reciclagem e saúde pública.

ATIVIDADES: Visita técnica ao centro de coleta seletiva.

Elaboração

A elaboração desse projeto teve como pré-requisito à necessidade de se conservar, observar e buscar soluções coletivamente com a comunidade sobre a questão ambiental. Como observadores ou como cidadãos, somos influenciados pelos problemas que afetam a nossa cidade, principalmente, como educadores, partimos da montagem de alguns pontos importantes a serem construídos no processo de sensibilização à educação ambiental.

Viabilização

A viabilização leva em consideração a clientela e necessita do comprometimento de toda a escola, alunos, funcionários, professores e diretores, também estipula os dias e horários da semana nos quais o projeto é desenvolvido. Deverá também ser levado em consideração o espaço e os recursos materiais necessários.

Aplicação

A aplicação deverá ser feita em conjunto com os professores ou monitores, obedecendo as seguintes seqüências de contatos ou reuniões:

1º Apresentação do trabalho à direção da escola

2º Palestras de esclarecimentos aos educadores interessados

3º Treinamento de coordenadores e professores aplicadores

4º Aplicação do projeto

5º Avaliação do projeto

Conclusão

Os adultos de hoje tem muitas dificuldades em superar seus maus hábitos e acham difícil realizar até mesmo as mais simples tarefas. Reciclar, economizar água e energia, fazer uso comunitário do carro, dar destino adequado ao lixo que deveriam ser hábitos corriqueiros, mas como não são familiares, acabam sendo ignorados.

As crianças e jovens de hoje não podem crescer nessa situação e cometer os mesmos erros, essas pequenas coisas terão de ser habituais para elas, pois estarão tendo de resolver questões muito mais importantes como o aquecimento global, a poluição da água, chuva ácida, buraco na camada de ozônio e assim por diante.

Pela nossa experiência, as crianças não só desejam, como estão ansiosas para fazer a sua parte, mas precisam de informação, encorajamento e o mais importante, da consciência de que têm o poder para influir em todas as coisas.

Queremos mostrar as crianças que elas podem fazer coisas maravilhosas por Paulínia e pela Terra. Elas precisam experimentar o sentimento de satisfação que acompanha a realização de algo certo e bom, esta é a nossa responsabilidade como educadores. Se nada mais realizarmos em nossa vida, devemos ao menos lhes proporcionar os instrumentos para sobrevivência. No período em que vivemos, isso significa dar a elas a confiança de que podem mudar e salvar o mundo.

Título	Gráfico	Ítem
Acidentes com cargas perigosas	Gráfico 9	9.1
Cargas Agrotóxicas utilizadas na cinco principais culturas	Gráfico 4	7.4
Composição do lixo doméstico gerados	Gráfico 17	11.6
Custo Médio da tonelada de resíduos classe 1 aterrados (R\$)	Gráfico 19	14.2
Custo Médio da tonelada de resíduos classe 2 aterrados (R\$)	Gráfico 20	14.3
Custo Médio da tonelada de resíduos domésticos aterrados	Gráfico 21	14.4
Custo Médio da tonelada de resíduos incinerados (em reais)	Gráfico 18	14.1
Custo Médio de ton de resíduos aterrados - Brasil x Outros Países	Gráfico 32	14.6
Custo Médio de ton de resíduos incinerados - Brasil x Dinamarca	Gráfico 31	14.5
Custos Operacionais para recuperação de águas subterrâneas	Gráfico 30	14.8
Custos Operacionais para recuperação de solo contaminado	Gráfico 29	14.7
Disposição de resíduos gerados	Gráfico 12	11.1
Distribuição de Combustíveis	Gráfico 10	9.2
Fontes Poluidoras de contaminação por atividade econômica	Gráfico 8	7.8
Licenciamento Ambiental de atividades potencialmente poluidoras	Gráfico 27	7.9
Novos Loteamento aprovados	Gráfico 28	7.1
Número de alunos envolvidos no projeto "Reciclando na Escola"	Gráfico 25	17.2
Número de Sepultamento nos Cemitérios	Gráfico 7	7.7
Número de Transportadoras	Gráfico 2	7.2
Números de Áreas contaminadas no Estado de SP X Paulínia	Gráfico 11	10.1
Números de Bases de Combustíveis	Gráfico 5	7.5
Números de Escolas municipais envolvidas no projeto "Rec na Escola"	Gráfico 26	17.3
Números de Postos de Combustíveis	Gráfico 6	7.6
Números de Vaporizadores de Caminhões Tanques	Gráfico 3	7.3
Papel reciclado no projeto "Reciclando na escola"	Gráfico 24	17.1
Passivo de Resíduos Sólidos Industriais	Gráfico 23	15.2
Penalidades Aplicadas a Poluidores do Solo	Gráfico 22	15.1
Quantidade de Indústria	Gráfico 1	7.1
Resíduos Hospitalares gerados	Gráfico 15	11.4
Resíduos Sólidos Industriais gerados	Gráfico 14	11.3
Resíduos Sólidos urbanos gerados	Gráfico 13	11.2
Tipo de Resíduo gerado	Gráfico 16	11.5

QUADRO :
CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA DA ÁREA DE INFLUÊNCIA
Observações Climáticas da Estação CAMPINAS

Período de Observação : 1.961 / 1.990 Altitude da Estação : 674,00 m

MÊS	Temperaturas Mensais (°C)					Ur(%)	Precipitação (mm)			Insolação (h)
	méd	md.máx	md.mín	mx.abs	mn.abs	méd	total	máx.24h	n.º dias	
JAN	23,0	29,2	18,9	35,5	12,6	77,0	240,2	138,2	16,2	6,6
FEV	23,3	29,7	19,1	35,1	13,6	76,9	190,9	104,2	13,5	6,9
MAR	22,9	29,2	18,4	34,4	10,6	76,1	147,3	108,3	11,2	7,2
ABR	21,0	27,5	16,5	33,0	3,8	74,8	71,0	65,6	6,4	7,8
MAI	18,7	25,3	14,0	31,4	0,2	74,1	65,1	66,5	6,0	7,5
JUN	17,3	24,3	12,3	30,0	1,0	72,5	48,7	74,4	5,0	7,4
JUL	17,3	24,4	11,9	31,1	0,2	68,0	36,8	65,0	4,2	8,0
AGO	18,9	26,4	13,2	35,0	0,6	64,6	37,4	46,1	4,3	8,0
SET	20,3	27,2	14,9	37,8	5,4	65,5	65,8	52,3	7,3	7,0
OUT	21,3	28,0	16,3	37,0	9,0	69,2	123,6	106,1	10,1	7,1
NOV	22,1	28,6	17,3	37,8	10,0	70,8	137,5	71,0	11,4	7,3
DEZ	22,5	28,4	18,3	35,0	11,0	76,2	217,1	82,2	16,1	6,2
ANO	20,7	27,4	15,9	37,8	0,2	72,1	1.381,4	138,2	111,7	7,2

MÊS	Ventos	
	Direção	Vel.(m/s)
JAN	SE	1,7
FEV	SE	1,6
MAR	SE	1,7
ABR	SE	1,9
MAI	SE	1,5
JUN	SE	1,4
JUL	SE	2,0
AGO	SE	2,2
SET	SE	2,7
OUT	SE	2,7
NOV	SE	2,5
DEZ	SE	2,1
ANO	SE	2,0

Observações :

- Direção : 1.ª direção mais freqüente
- méd = valor médio
- md.máx = média dos valores máximos
- md.mín = média dos valores mínimos
- mx.abs = valor máximo absoluto
- mn.abs = valor mínimo absoluto
- total = total médio anual
- máx.24h = máxima chuva observada para durações iguais a 24 horas
- n.º dias = número médio de dias de chuva

Fonte dos dados :

IAC - Instituto Agrônomo de Campinas
 Seção de Climatologia Agrícola

7								
8								

Gráfico 09

	1980 - 1984	1985 - 1990	1991 - 1995	1996 - 2001
1980 - 1984	1			
1985 - 1990		4		
1991 - 1995			6	
1996 - 2001				6

Gráfico 10

	1999	2000
Diesel	7.392	6.774
Gasolina	3.738	3.594
Alcool	308	209
Óleo Combustível	3.113	2.904
Querosene de Aviação	368	433
Total	14.919	13.914

Gráfico 11

	Estado de São Paulo	Paulinia
Estado de São Paulo	38	
Paulinia		85

Gráfico 12

	Incineração	Aterro	Reciclagem	Coprocessam	Reprocess	Land F	Total	
Incineração	6.088							6088
Aterro		9.712						9712
Reciclagem			3.726					3726
Coprocessamento				6.332				6332
Reprocessamento					3.546			3546
Land Farming						3.554		3554
Total							32.958	32958

Gráfico 13

	1984	1999	2001
1984	13		
1999		40	
2001			58

Gráfico 14

	1996	2000	1995	2000	2001
1996	32.958				
2000		0	Não Disponível		
1995			1		
2000				1	
2001					1

Gráfico 14

	1995	1999	2001
1995	400		

	1999		500	
	2001			650

Gráfico 16

	1993	1997	2000	Total
Classe 1	3	4	6	5
Classe 2	4	6	3	4
Doméstico	5	5	4	3
Total	6	3	5	6

Gráfico 17

	1995	1999	2001
1995	160		
1999		180	
2001			220

Gráfico 18

	1999	2001
1999	667	
2001	741	

Gráfico 19

	1999	2001
1999	92	92
2001		

Gráfico 20

	1999	2001
1999	29	
2001	29	

Gráfico 21

	2000	2001
2000	18	
2001		20

Gráfico 22

	1999	2000	2001
1999	5		
2000		10	
2001			7

Gráfico 23

	1996	2000
1996	12772	
2000		?

	1999	2000	2001
1999	65		
2000		90	
2001			210

	1999	2000	2001
1999	7500		
2000		12000	
2001			13000

	1999	2000	2001
1999	19		
2000		35	
2001			37

	1999	2000
Licenciáveis	8	9
Não Licenciáveis	7	6
Total	15	15

	1996	1997	1998	1999	2000
1996	1				
1997		4			
1998			4		
1999				3	
2000					9

	1995	1997	2001
1995	1		
1997		1,5	
2001			2

	1995	1997	2001
1995	1		
1997		1,5	
2001			2

	Brasil	Dinamarca
Brasil	740	
Dinamarca		73

	Brasil	Dinamarca
Brasil	740	

Dinamarca		73	

Gráfico 33

	Laje de Proteção	Cimentação	Tubo de Boca
Laje de Proteção	75		
Cimentação		87	
Tubo de Boca			78

Gráfico 34

	1990	1995	2000
1990	5863		
1995		6927	
2000			8913

Gráfico 35

	1991	1995	2000
Gasolina	636.636	791.701	242.900
Óleo Diesel	2.749.025	3.057.735	777.760
Óleos Combustíveis	258.727	226.844	454.302
Alcool	2.004.545	1.781.393	267.884

Gráfico 36

	2000	2001
2000	0,50	
2001		0,60

Gráfico 37

	2000	2001
2000	5	
2001		20

Gráfico 38

	1998	1999	2000	2001
1998	8.532			
1999		7.188		
2000			7.000	
2001				5.500

Gráfico

4. Importância da Prevenção e Controle da Poluição do Solo e das Águas Subterrâneas

Reportagens Sobre o "Caso Shell" Veiculadas em Alguns Jornais Distribuídos na Região Metropolitana de Campinas

Jornal	Cidade	Nº Reportagens 2000	Porcentagem (%) em 2000	Nº Reportagens 2001	Porcentagem (%) em 2001
O Estado de SP	São Paulo	0	0	16	4,8
Correio Popular	Campinas	4	57,1	110	32,8
Folha de São Paulo	Regional	0	0	101	30,2
Todo Dia	Americana	1	14,3	74	22,1
O Momento	Paulínia	2	28,6	34	10,1
Total		7	100	335	100

Comentário: 4.1- A auto denúncia sobre a contaminação da área pertencente à Shell Química foi feita em 1995, ao Ministério Público e a CETESB. Em fev/01, a imprensa noticiou que a contaminação da área ultrapassará os limites da empresa. Este fato teve grande repercussão na opinião pública e a imprensa passou a acompanhar o caso. A partir de 2.001, a provável contaminação dos moradores vizinhos à área fez com que o caso obtivesse repercussão internacional. O aumento de reportagens sobre o caso, de 2000 para 2001 (até 31.08) foi de 4785%.

Reportagens Sobre o "Caso Nutriplant" Veiculadas em Alguns Jornais Distribuídos na Região Metropolitana de Campinas

Jornal	Cidade	Nº Reportagens 2001	Porcentagem (%) em 2001
O Estado de SP	São Paulo	2	6,2
Correio Popular	Campinas	7	21,9
Folha de São Paulo	Regional	8	25,0
Todo Dia	Americana	11	34,4
O Momento	Paulínia	4	12,5
Total		32	100,0

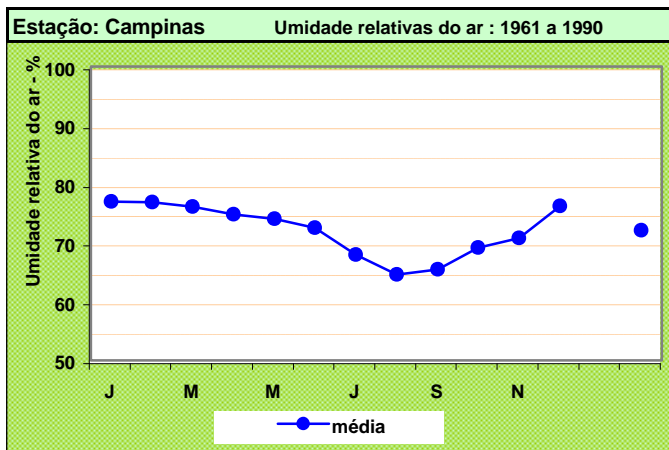
Comentário: 4.2- O caso Nutriplant foi noticiado pela imprensa em jul/01, após comunicação da CETESB. O caso ganhou repercussão devido ao fato da área estar próxima a propriedades agrícolas supostamente contaminadas com metais pesados. Os dados acima correspondem ao período de 25.07 a 31.08.01.

Reportagens Sobre o "Meio Ambiente na Bacia do Rio Piracicaba" Veiculadas em Alguns Jornais Distribuídos na Região Metropolitana de Campinas

Jornal	Cidade	Nº Reportagens 2000	Porcentagem (%) em 2000	Nº Reportagens 2001	Porcentagem (%) em 2001
O Estado de SP	São Paulo	9	5,2	14	5,9
Correio Popular	Campinas	83	47,4	89	37,2
Folha de São Paulo	Regional	34	19,4	43	18,0
Todo Dia	Americana	13	7,4	65	27,2
O Momento	Paulínia	36	20,6	28	11,7
Total		175	100	239	100

Comentário: 4.3- O aumento de reportagens sobre o meio ambiente de 2000 para 2001 (até 31.08) foi de 36,5%. Observando estes dados podemos supor que até o final de 2001, este percentual atinja 50%. Estes dados evidenciam o aumento da degradação ambiental na Bacia do Piracicaba.

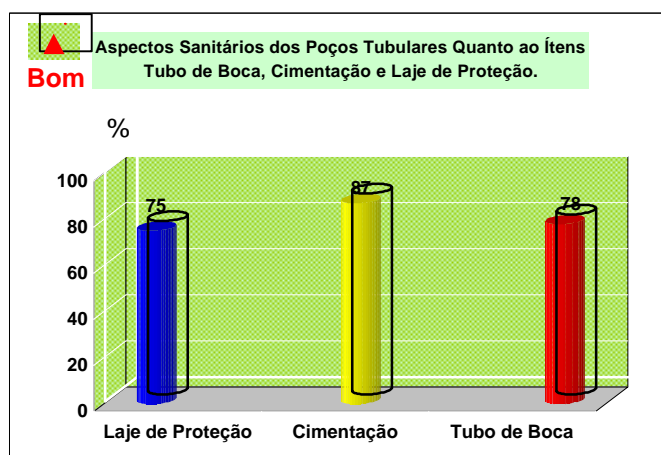
5. Caracterização da Área de Estudo



Comentários: 5.5- A umidade relativa do ar apresenta-se bastante uniforme ao longo do ano, com médias mensais variando entre 64% e 77%, com temperaturas médias compensadas variando entre 16,7 °C e 23,0 °C, entre os meses de inverno e verão, e média anual igual a 20,7°C.

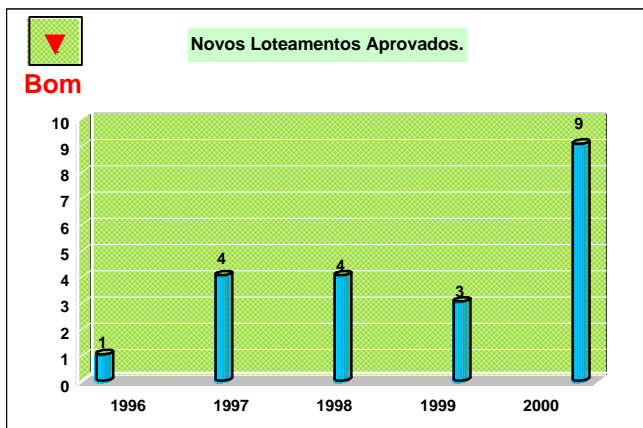
Fonte dos Dados: IAC - Instituto Agronômico de Campinas

Comentários: 5.6- O gráfico ao lado demonstra que parte dos poços de Paulínia estão sujeitos à contaminação por poluentes da superfície, pela ausência de pelo menos um item de proteção sanitária.



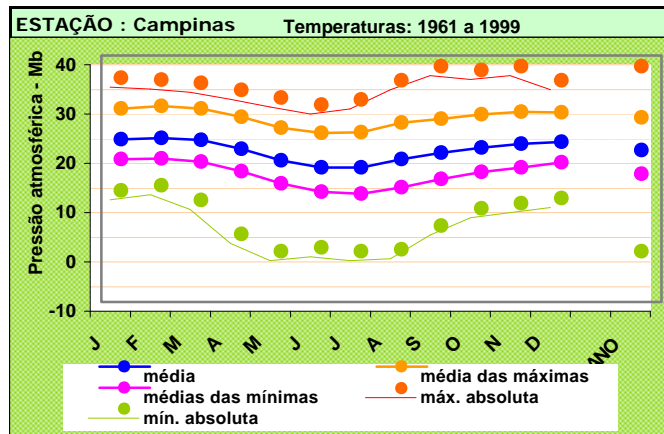
Fonte Instituto Geológico - 1995

5. Caracterização da Área de Estudo

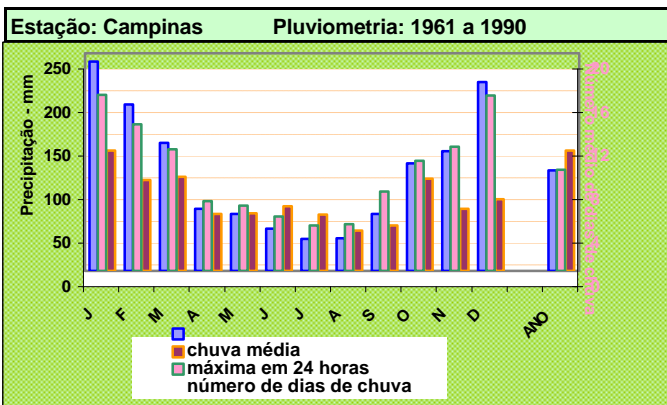


Comentários: 5.2- As temperaturas médias variam entre 16,7 °C e 23,0 °C, entre os meses de inverno e verão, e têm média anual igual a 20,7°C.

Comentários: 5.1- Os dados obtidos na Secretaria de Planejamento de Paulínia demonstram a explosão dos novos loteamentos no município nos últimos 5 anos. Este aumento deve-se, basicamente, ao contínuo aumento da atividade econômica, que atrai trabalhadores para o município. Alguns destes loteamentos se localizam em zonas limítrofes a áreas industriais, possibilitando a ocorrência de conflitos entre a população e as empresas. O Mapa 7.2 identifica quatro destas áreas, que denominamos "Áreas de Contraste".



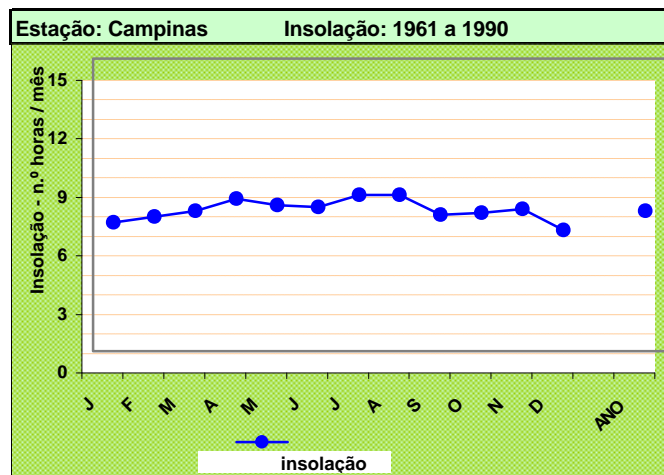
Fonte dos Dados: IAC - Instituto Agrônomo de Campinas



Fonte dos Dados: IAC - Instituto Agrônomo de Campinas

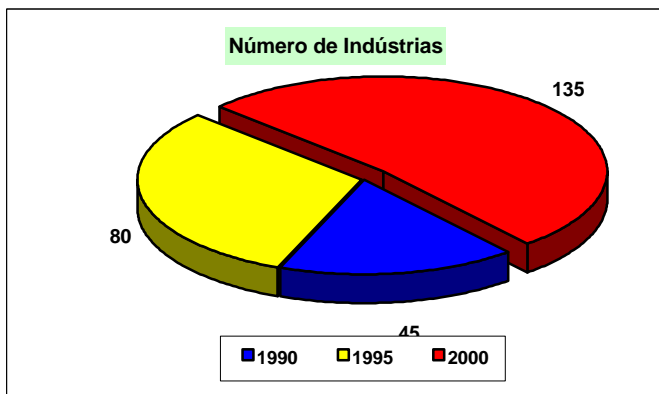
Comentários: 5.4- A insolação apresenta um total superior a 2600 horas anuais ou 7,2 horas diárias em média. Contraopondo-se ao alto número de horas de sol têm-se, também, altas incidências de dias de chuva, que chegam a 111 dias em média.

Comentários: 5.3- Nos meses mais chuvosos, como em janeiro e dezembro, em média, chove em mais da metade dos dias do período. Vale lembrar, que para a contagem dos dias de chuva, consideram-se os totais de precipitações superiores a 0,1 mm. Os totais anuais de chuva são inferiores a 1500 mm, com média histórica igual a 1381 mm. Grandes destaques são as chuvas de grandes magnitudes concentradas em intervalos de 24 horas, onde notam-se valores superiores a 100 mm em 4 a 5 meses do ano.



Fonte dos Dados: IAC - Instituto Agrônomo de Campinas

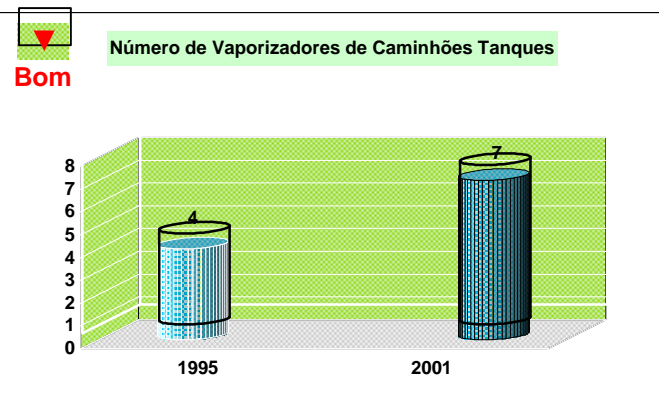
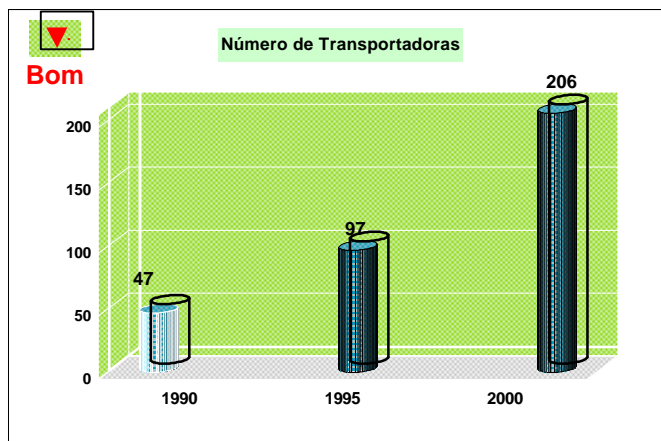
7. Fontes Potenciais de Poluição e Respective Impactos Ambientais



Fonte: Secretaria Municipal de Obras - Departamento de Fiscalização e CETESB - Paulínia

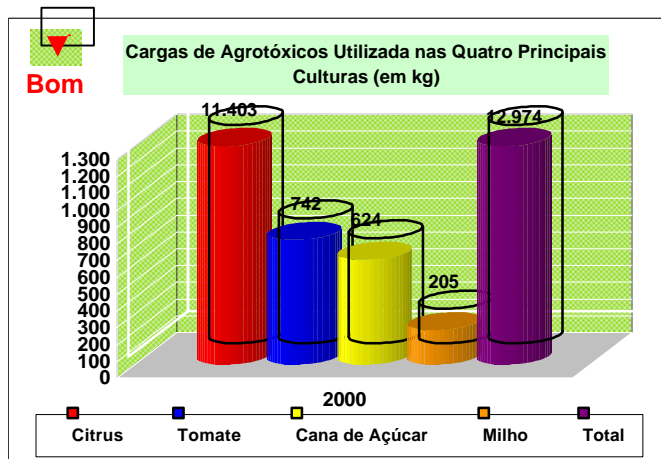
Comentários: 7.2- O aumento no número de transportadoras está diretamente relacionado ao acréscimo no número de empresas instaladas no município; mais transportadoras significa também, mais lavadores de caminhões, conseqüentemente, maior potencial de poluição do solo e das águas subterrâneas.

Comentários: 7.1- O gráfico ao lado demonstra a tendência de aumento no número de empresas no município. No caso das empresas com potencial de contaminação, os números são alarmantes, por exemplo, em 1990 eram seis bases distribuidoras de combustíveis, em 2001 são 30. Outro fator relevante é a instalação destas empresas próximas a áreas residenciais, configurando, desta forma, áreas de contraste. Os dados foram obtidos junto à Secretaria Municipal de Obras (setor de fiscalização).



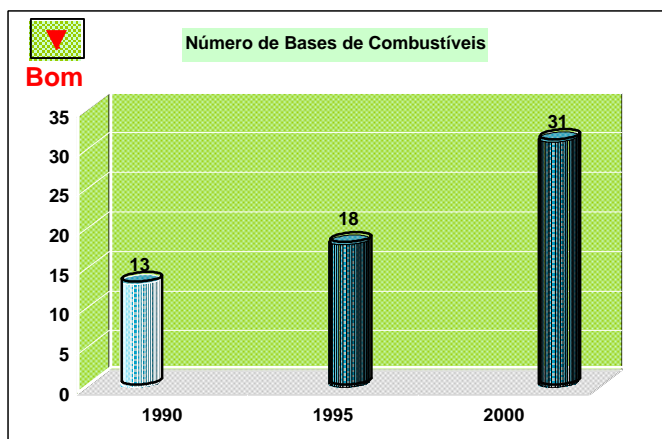
Comentários: 7.3- O aumento no número de vaporizadores de caminhões tanques está diretamente relacionado ao acréscimo no número de empresas instaladas no município; mais empresas significa também, mais vaporizadores, conseqüentemente, maior potencial de contaminação do solo e das águas subterrâneas.

Comentários: 7.4- Das quatro principais culturas do município, os citrus representam 88% do total da carga de agrotóxicos receitadas. Os agrotóxicos utilizados nas culturas de citrus são de médio potencial de lixiviação (diuron e ametrina), porém o risco associado ao potencial de lixiviação destes agrotóxicos é baixo, conforme Figura 7.5.



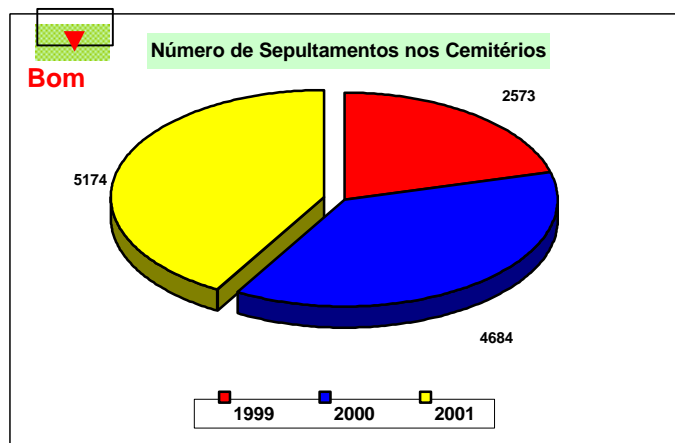
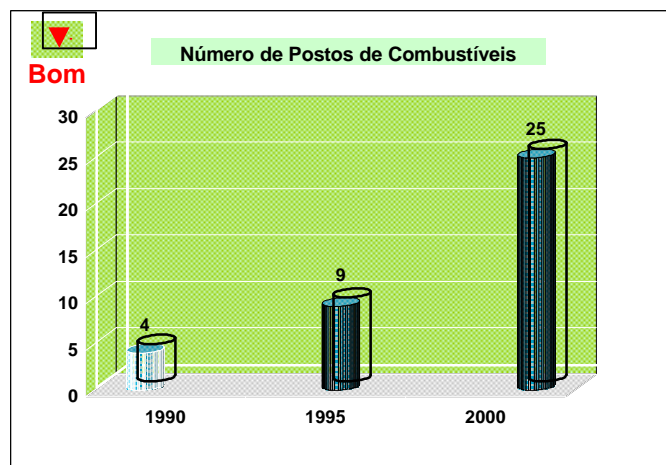
Fonte: Ferreira & Tsunechiro, 1998

7. Fontes Potenciais de Poluição e Respective Impactos Ambientais



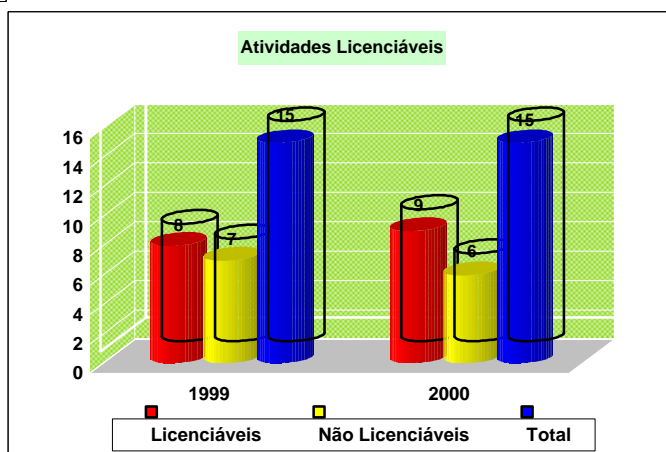
Comentários: 7.6- O número de postos de combustíveis no município é muito elevado. Os postos funcionam como instrumento de marketing para as diversas distribuidoras instaladas. Os dados foram fornecidos pela Secretaria de Obras da Prefeitura Municipal.

Comentários: 7.5- Os dados demonstram a explosão do número de bases instaladas no município. Os valores de 2001 são bastante elevados, pois totalizam as bases e os retalhistas de combustíveis. As empresas retalhistas não possuem tanques próprios (bases), mas alugam os tanques das distribuidoras. Esta situação contribui para o aumento do potencial de contaminação do solo e das águas subterrâneas, pois o fluxo de combustíveis aumenta e novos tanques são instalados nas distribuidoras, para serem alugados aos retalhistas.

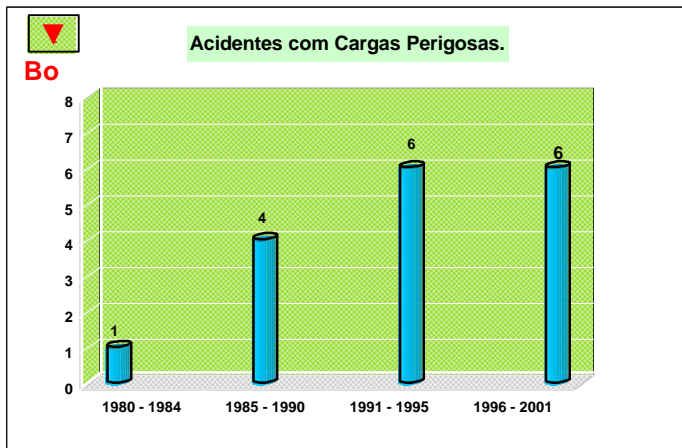


Comentários: 7.7- Os dados representam os sepultamentos realizados no cemitério municipal, inaugurado em 1.950. O outro cemitério, particular, foi inaugurado em fevereiro de 2.000 e possuía até setembro de 2.001, apenas 9 sepultamentos. Esta fonte de poluição adquiriu importância a partir da elaboração da Norma CETESB/L1.040 - Dez/98, que tem por objetivo estabelecer os requisitos e condições técnicas para a implantação de cemitérios destinados ao sepultamento no subsolo, no que tange à proteção e à preservação do ambiente, em particular do solo e das águas subterrâneas.

Comentários: 7.8- Conforme a Lei 997/76, regulamentada pelo Decreto Estadual 8468/76, as transportadoras, vaporizadores de caminhões tanques, requalificadoras de botijões de GLP e atividades agrícolas, não são licenciáveis, por não serem atividades industriais. As requalificadoras de botijões de GLP somente são licenciáveis, se possuírem operação de jateamento de areia ou granalha de aço. Em 1999 os postos de combustíveis não eram licenciáveis. Com o advento da Resolução CONAMA 273 de 29.11.00, regulamentada pela Resolução SMA No. 05/01 de 28.03.01, esta atividade tornou-se licenciável.

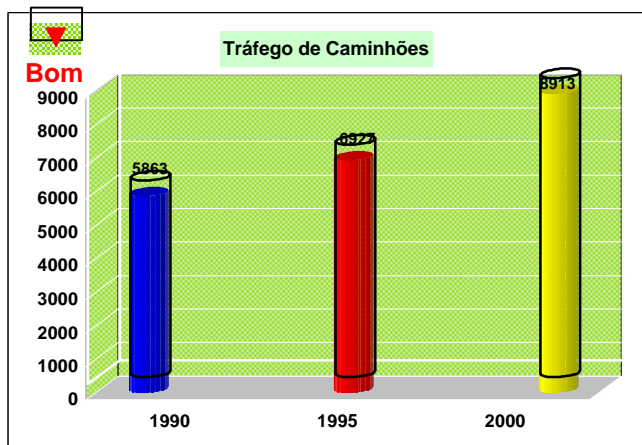
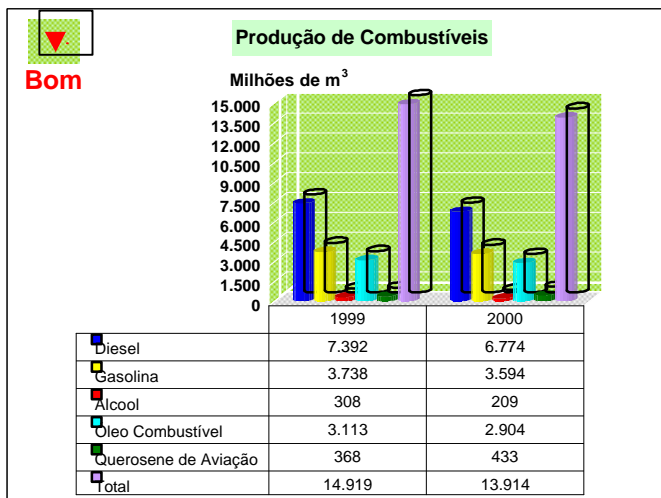


9. Gerenciamento de Crise Ambiental



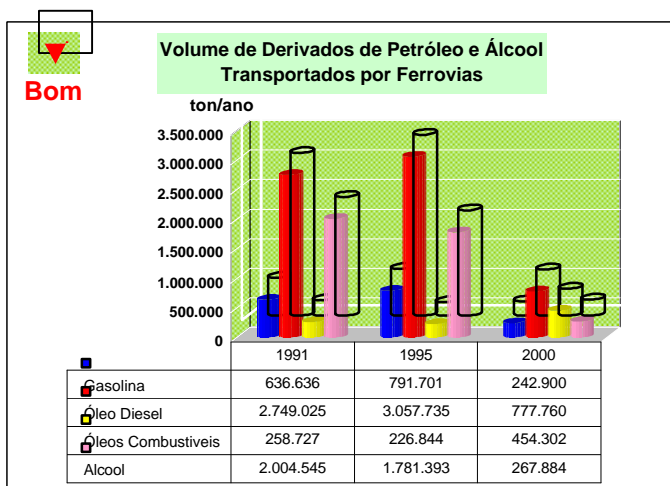
Comentários 9.1- Apesar do grande volume de tráfego no município, o nº de acidentes com cargas perigosas é baixo, isto se deve ao fato de que os caminhões chegam à Paulínia vazios e partem com carga. Esta situação faz com que motoristas atinjam o estado de fadiga fora dos limites do município.

Comentários 9.2- Os dados demonstram o grande volume de combustíveis derivados de petróleo produzidos pela REPLAN, que é a maior refinaria do país (300.000 barris de petróleo/dia) e a segunda da América Latina. Os dados obtidos foram fornecidos pela REPLAN.

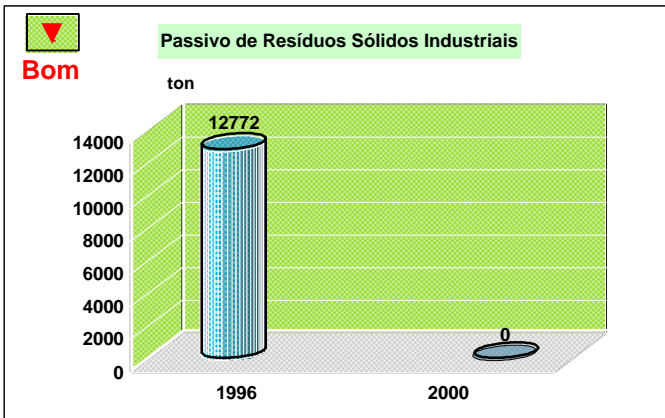


Comentários 9.3- Os dados foram obtidos do DER - Departamento de Estradas de Rodagem - Campinas e representam o Volume Diário Médio (VDM) de caminhões, que circulam na rodovia SP - 332, no trecho entre Campinas e Paulínia. Estes dados demonstram o grande potencial de ocorrência de acidentes neste trecho.

Comentários 9.4- Os dados foram obtidos da FERROBAN e representam o volume anual de combustíveis transportados por ferrovias, a partir da estação de REPLAN. Este volume demonstra o potencial de risco de acidentes que envolvem as ferrovias que cruzam o município.

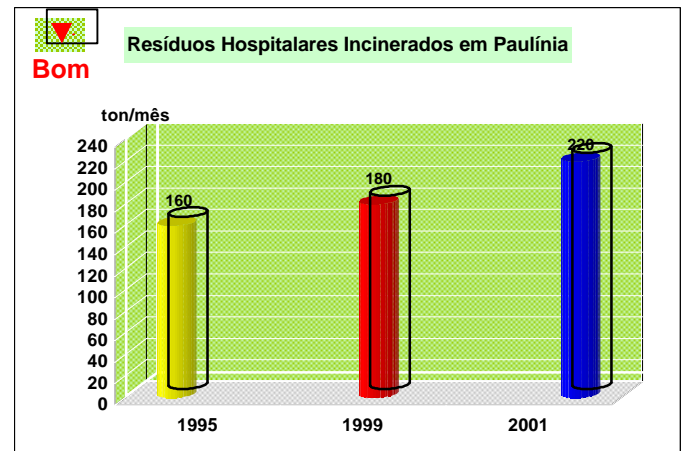


11. Gestão de Resíduos

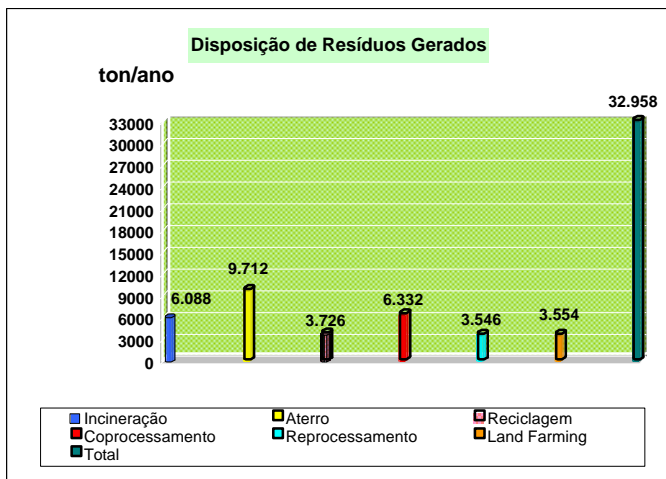


Comentários 11.5- O dado refere-se ao passivo de resíduos obtido no inventário de resíduos sólidos industriais elaborado pela CETESB em 1.996. A partir de 1.997 não encontramos dados disponíveis.

Comentários 11.6- Os dados ao lado consideram os resíduos gerados em Paulínia e região. Estes dados foram fornecidos pela empresa SILCON Ambiental instalada no município. Esta atividade gera 4% de cinzas, que são dispostas no aterro industrial da ESTRE.

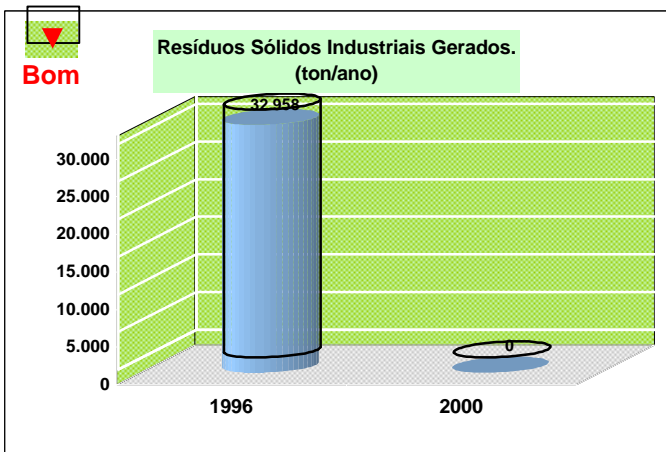
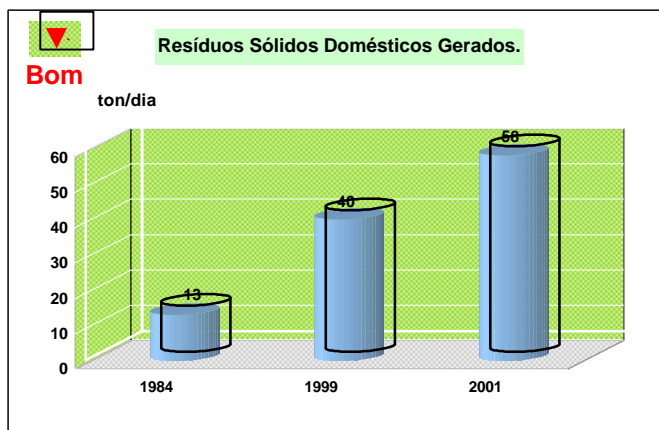


11. Gestão de Resíduos



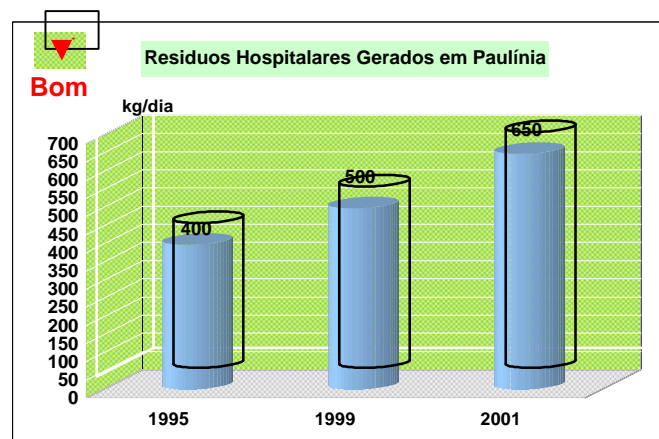
Comentários 11.2- O aumento na geração de resíduos domésticos está diretamente relacionado com o aumento da população e do número de empresas do município. Os dados foram obtidos da empresa SILCON Ambiental instalada em Paulínia.

Comentários 11.1- Os dados referem-se ao inventário de resíduos sólidos da CETESB no ano de 1.996.

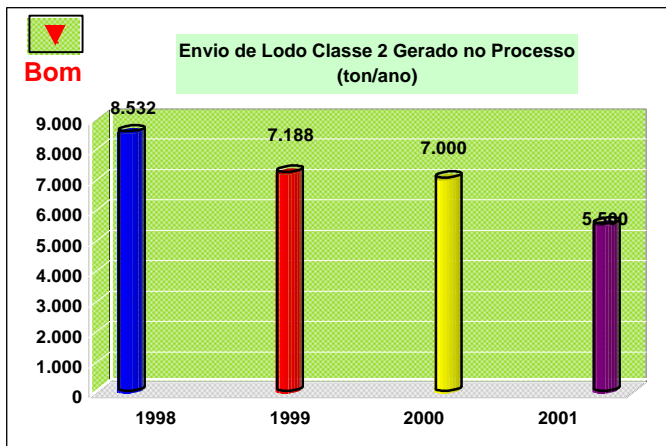


Comentários 11.3- Os dados referem-se ao inventário de resíduos sólidos industriais elaborado pela CETESB em 1.996. Em 2.001 não encontramos dados disponíveis.

Comentários 11.4- O aumento na geração de resíduos hospitalares está diretamente relacionado com o aumento da população e do número de empresas do município. Os dados foram obtidos da empresa SILCON Ambiental instalada em Paulínia.



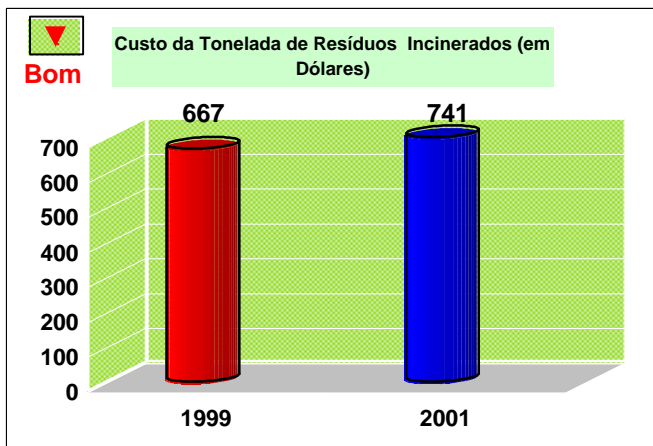
12. Prevenção a Poluição



Fonte: CORPUS Saneamento e Obras Ltda

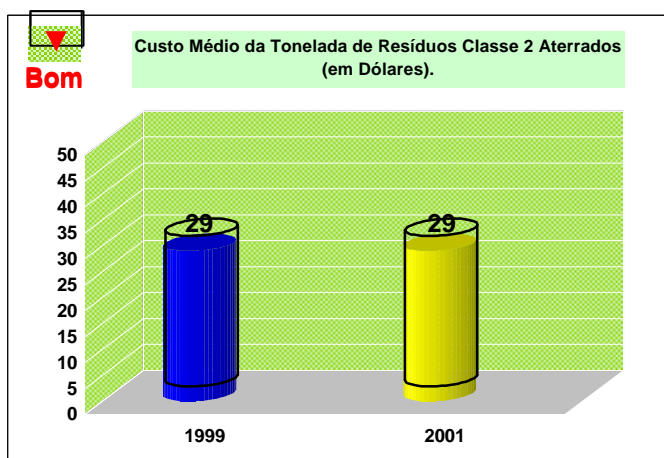
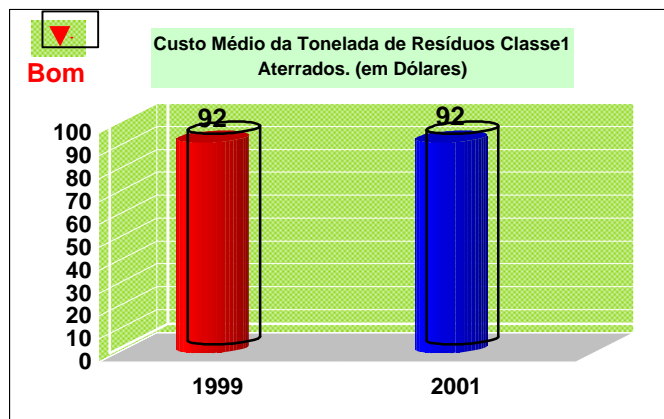
Comentários 12.1- A redução deve-se às melhorias e modificações realizadas no processo de produção da empresa.

14. Economia Ambiental



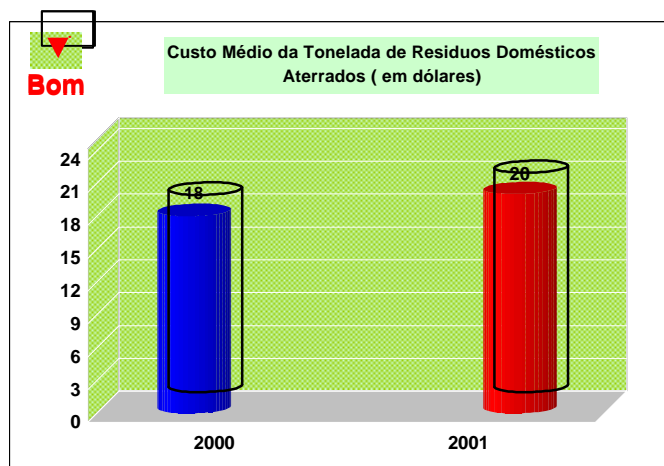
Comentários 14.1- O valor da tonelada de resíduo incinerado variou muito pouco nos últimos dois anos, provavelmente devido ao aumento da concorrência interna, provocada pela entrada de empresas multinacionais, principalmente francesas. Os dados foram fornecidos pela TRIBEL - Tratamento de Resíduos Industriais de Belford Roxo e correspondem aos valores médios cobrados pela empresa.

Comentários 14.2- O valor da tonelada de resíduo aterrado não variou nos últimos dois anos, provavelmente devido ao aumento da concorrência interna, provocada pela entrada de empresas multinacionais, principalmente francesas e pela diminuição do interesse das empresas em enviar resíduos para aterros classe 1, em função dos recentes problemas ambientais verificados com este tipo de disposição. Dados fornecidos pela TRIBEL correspondentes aos valores médios cobrados pela empresa.

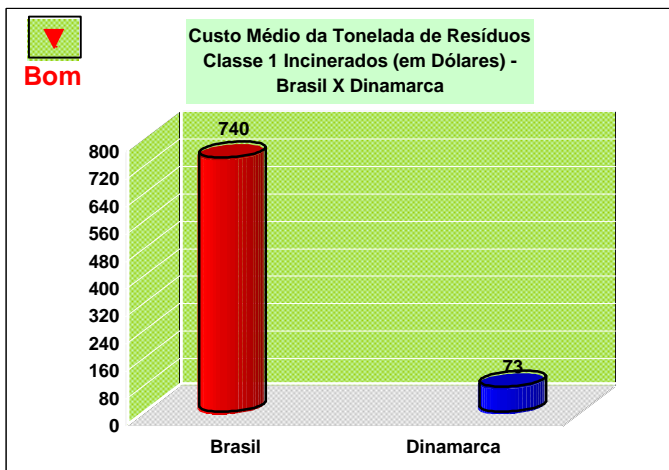


Comentários 14.3- O valor da tonelada de resíduo aterrado não variou nos últimos dois anos, provavelmente devido ao aumento da concorrência interna, provocada pela entrada de empresas nacionais no mercado. Dados fornecidos pela TRIBEL correspondentes aos valores médios cobrados pela empresa.

Comentários 14.4- Os dados do gráfico correspondem aos preços praticados pela ESTRE - Empresa de Saneamento e Tratamento de Resíduos Ltda instalada no município de Paulínia. A pequena variação nos preços deve-se ao fato do início das atividades em maio/00 e à concorrência interna.

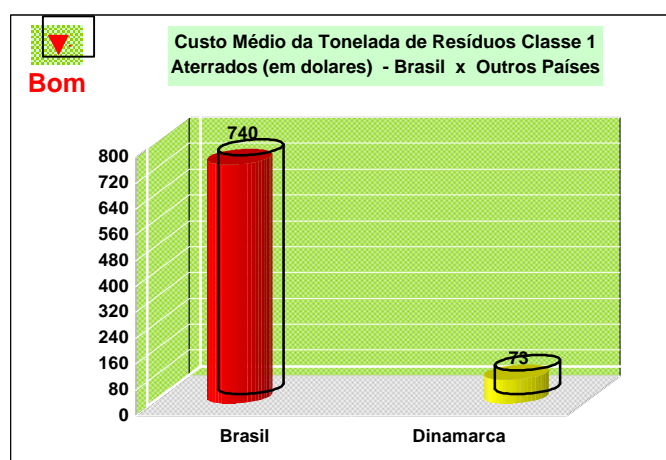


14. Economia Ambiental



Comentários 14.5- Os dados demonstram a enorme diferença entre os preços praticados pelos dois países. Estes dados foram obtidos da TRIBEL e Modelos de Gestão de Resíduos Sólidos para a Ação Governamental no Brasil: Aspectos Institucionais, Legais e Financeiros - 1996.

Comentários 14.6- Os dados demonstram a diferença entre os preços praticados pelos três países. Estes dados foram obtidos da TRIBEL e Modelos de Gestão de Resíduos Sólidos para a Ação Governamental no Brasil: Aspectos Institucionais, Legais e Financeiros - 1996.



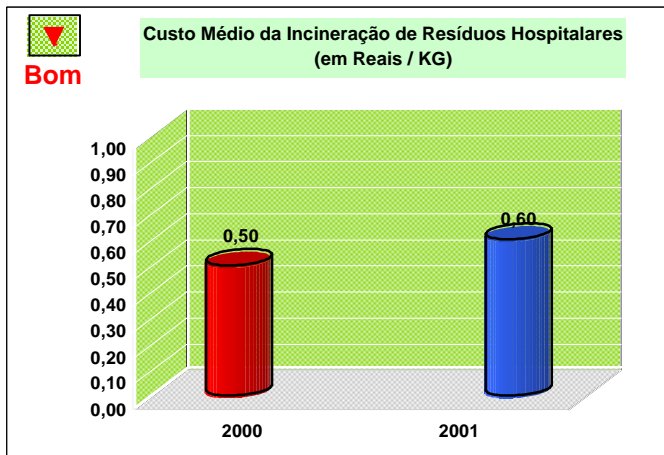
Custos Médio para Recuperação de Solo Contaminado (em milhares de dólares)	
Descrição	Custo Médio
Land Farming	US\$ 20.000,00 a 70.000,00 (US\$ 26 a 90/m ³)
Extração de Vapores	US\$ 100.000,00 a 150.000,00
Bioventing - Remediação in SITU	US\$ 100.000,00 a 150.000,00
Bioremediação EX SITU	US\$ 80.000,00 a 125.000,00
Escavação e Tratamento fora do local	US\$ 70.000,00 a 180.000,00 (US\$ 90 a 240/m ³)
Escavação e Disposição em Aterro	US\$ 45.000,00 a 200.000,00 (US\$ 60 a 260/m ³)
Biodegração Passiva	US\$ 10.000,00 a 50.000,00

Comentários 14.7- Os dados foram obtidos do US.EPA, 1993 e correspondem aos valores médios praticados para cada tecnologia de recuperação de solo.

Custos Médio para Recuperação de Água Subterrâneas (em milhares de dólares)	
Descrição	Custo Médio
Bombeamento e Tratamento	US\$ 250.000,00 a US\$ 300.000,00
Bioremediação IN SITU	US\$ 200.000,00 a US\$500.000,00
Air Sparging com Extração de Vapor	US\$ 120.000,00 a US\$ 200.000,00

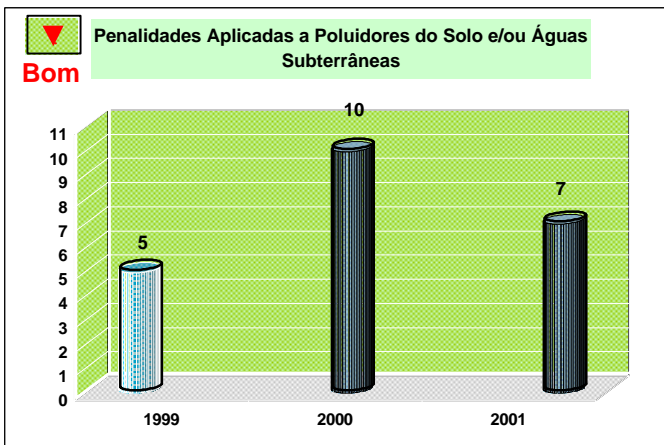
Comentários 14.8- Os dados foram obtidos do US.EPA, 1993 e correspondem aos valores médios praticados para cada tecnologia de recuperação de águas subterrâneas.

14. Economia Ambiental



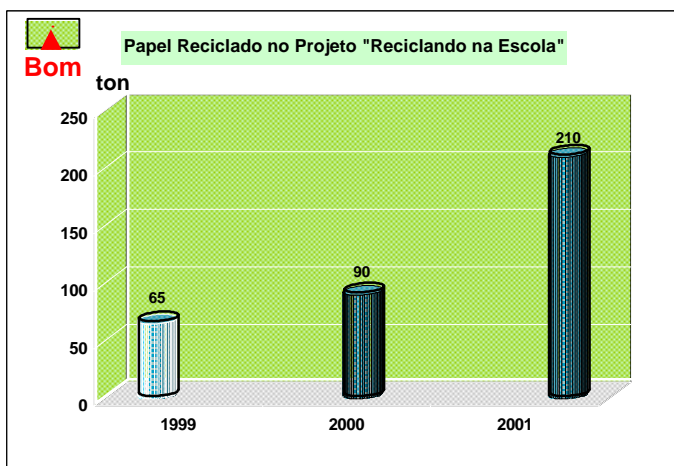
Comentários 14.9- Os dados do gráfico correspondem aos preços praticados pela SILCON Ambiental instalada no município de Paulínia.

15. Legislação Ambiental



Comentários 15.1- O aumento no número de fontes potenciais de contaminação e a organização da população têm contribuído significativamente para alertar o órgão ambiental sobre as fontes de contaminação. Os dados foram fornecidos pela CETESB - Agência Ambiental de Paulínia.

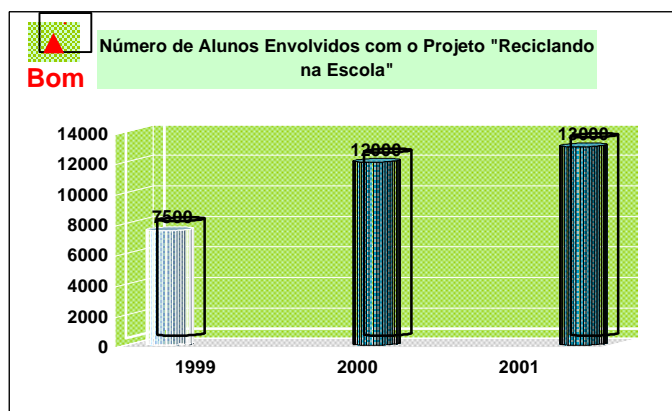
17. Educação Ambiental



Fonte: Orsa Celulose, Papier e Embalagens S/A

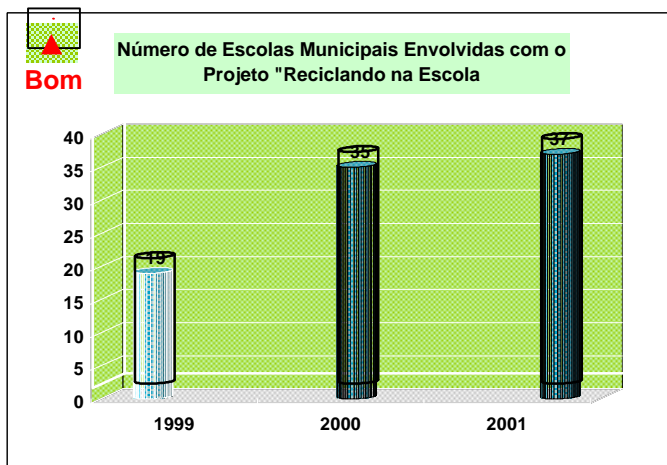
Comentários 17.2- Com o aumento no número das escolas participantes do projeto, conseqüentemente, o número de alunos também aumentou. Em 2001, o projeto abrange 100% das escolas do município (municipais, estaduais e particulares).

Comentários 17.1- Com o aumento no número de alunos envolvidos no projeto, a quantidade de papier coletado sofreu um acréscimo bastante significativo.



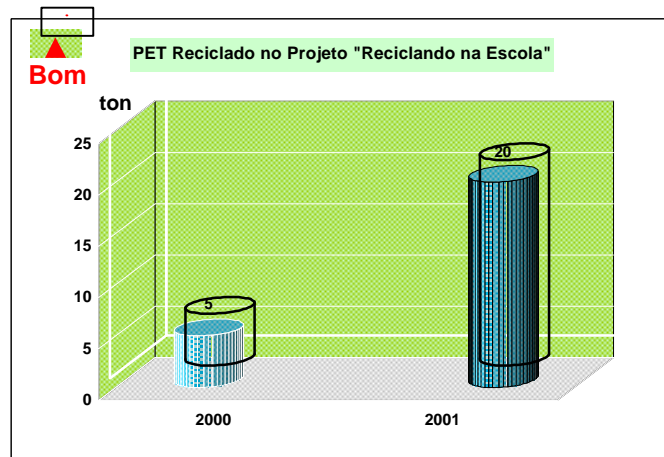
Fonte: Orsa Celulose, Papier e Embalagens S/A

Comentários: 17.3- Devido ao sucesso do projeto, houve a adesão de outras escolas, motivadas principalmente pela premiação, que beneficia as escolas através do recebimento de equipamentos de apoio.



Fonte: Orsa Celulose, Papier e Embalagens S/A

Comentários 17.4- Com o aumento no número de alunos envolvidos no projeto, a quantidade de embalagem PET coletado sofreu um acréscimo bastante significativo.



Fonte: Orsa Celulose, Papier e Embalagens S/A

19. COMENTÁRIOS FINAIS E RECOMENDAÇÕES

A avaliação da “Área de Estudo” demonstrou que o potencial de contaminação do solo e das águas subterrâneas cresce a valores alarmantes. Este potencial abrange diversos setores da atividade econômica do Município, em especial o setor químico, que somente este ano protagonizou mais de 370 reportagens sobre o tema aqui abordado, veiculadas em jornais da Região Metropolitana de Campinas.

Aliadas ao crescimento deste potencial de contaminação encontramos várias lacunas, que agravam significativamente o problema:

1. Cadastro das Áreas Potencialmente Contaminadas

No Brasil o problema dos solos contaminados é praticamente ignorado, apenas o Estado de São Paulo desenvolve um programa de capacitação técnica e mapeamento das áreas potencialmente contaminadas na região metropolitana. Hoje, não se conhece oficialmente, o número de áreas contaminadas existentes no Estado. Consultamos o Setor de Áreas Contaminadas da CETESB – São Paulo neste mês de novembro e fomos informados, que estes números não estão disponíveis por estarem ainda em fase de levantamento.

As áreas contaminadas devem ser identificadas, cadastradas e divulgadas à população, para que esta possa pressionar os órgãos competentes e os responsáveis pela contaminação, exigindo a tomada das ações de remediação.

2. Responsabilidade Civil

O Brasil não possui uma legislação específica sobre áreas contaminadas, isto facilitaria a ação governamental no sentido de responsabilizar os poluidores. A introdução de dispositivos legais de responsabilização penal pela contaminação do solo poderia contribuir para a conscientização das pessoas sobre a necessidade da prevenção da contaminação.

3. Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico

Os governos federal e estadual ainda não incentivam substancialmente as pesquisas sobre o desenvolvimento de tecnologias de remediação. Atualmente, o governo federal desenvolve o “Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico – PADCT”, porém de modo descoordenado. Hoje, algumas destas tecnologias de remediação são importadas, fator que complica ainda mais a solução dos problemas, devido ao alto custo.

4. Licenciamento Ambiental

Algumas empresas instaladas no município de Paulínia não necessitam de licenciamento ambiental para operar, é o caso das empresas requalificadoras de botijões de gás, que não possuem jateamento de areia ou granalha de aço, vaporizadores de caminhões tanques e lavadores de caminhões. Estas empresas por serem consideradas como prestadoras de serviços, apesar de possuírem potencial poluidor, não estão sujeitas ao licenciamento.

5. Análise de Risco

Identificada uma área contaminada, a primeira providência a ser tomada seria a realização de uma análise de risco, que determinasse o real potencial de contaminação. Nos casos de áreas contaminadas confirmadas este ano em Paulínia, este procedimento não foi adotado, fato que aumentou a insegurança das pessoas atingidas pelo problema.

A análise de risco seria decisiva para o governo, na determinação das áreas prioritárias para remediação.

6. Licenciamento Ambiental para Desativação de Empresas

Durante o ano de 2001 acompanhamos pela imprensa, o desenrolar do caso "Shell" no município de Paulínia. O problema poderia ter sido amenizado, caso a desativação da antiga fábrica de pesticidas da Shell, fosse precedida de licenciamento ambiental para desativação. Este procedimento identificaria o passivo presente na área, as ações necessárias para sua eliminação e as responsabilidades. No Brasil, o conceito de avaliação ambiental no momento da desativação de uma empresa está distante ainda de nossa realidade, devido às carências estruturais dos órgãos ambientais. Iniciativas voluntárias são tomadas por exemplo, pelas empresas signatárias do Programa Atuação Responsável, adotado pela Associação Brasileira das Indústrias Químicas (ABIQUM), que prevê em seu código "Segurança de Processos", a avaliação dos impactos gerados pela desativação de unidades fabris. Sanchez também propõe em seu livro "Desengenharia – O Passivo Ambiental na Desativação de Empreendimentos Industriais", da Editora da Universidade de São Paulo – 2001, que seja realizado o planejamento da desativação de certos tipos de empreendimentos, tais como mineradoras e disposição de resíduos.

7. Fundo para Recuperação de Áreas Contaminadas

Muitos são os casos no Brasil e no mundo de empresas, que encerram suas atividades tendo em suas áreas, solos contaminados. O problema se agrava nos casos

em que o proprietário da área não tem recursos para a remediação. Nestes casos, ainda não existem dispositivos legais que determinem a responsabilidade pela remediação e a fonte dos recursos. A CETESB propôs em 1999, uma Lei de Áreas Contaminadas, que trata entre outros assuntos da criação do "Fundo Estadual para Áreas Contaminadas – FEAC". Este fundo tem por objetivo dar suporte à realização de investigações, remediações e monitoramento de áreas contaminadas; esta lei ainda não foi enviada à Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo, para apreciação.

8. Política de Prevenção à Poluição

Enquanto as atividades de controle da poluição concentram esforços no gerenciamento dos resíduos gerados, as ações de Prevenção à Poluição ou P2 visam à redução de poluentes na fonte geradora. Modelos de gerenciamento ambiental, mundialmente consagrados, como o "Responsible Care" e a "ISO 14001", adotam medidas de P2 como uma das principais ferramentas na obtenção de uma melhor qualidade ambiental. Acreditamos que o problema das áreas contaminadas poderia ser amenizado, se houvesse uma política de prevenção à poluição, coordenada pelo órgão ambiental.

9. Licenciamento Ambiental Baseado no Ciclo de Vida do Empreendimento

Este enfoque possui um precedente que é a análise do ciclo de vida de produtos. Este conceito começa a se estabelecer, porém é muito recente. Um licenciamento ambiental deveria considerar todos os impactos gerados, desde o projeto da empresa até a sua desativação; algo que está bastante distante da nossa realidade.

10. Educação Ambiental

A educação ambiental nas escolas de 1^o e 2^o graus é muito importante na criação da consciência ambiental do indivíduo. No município de Paulínia existem em desenvolvimento dois projetos de educação ambiental, porém nenhum voltado especificamente para a contaminação do solo e das águas subterrâneas. Outro ponto importante a considerar é em relação ao ensino universitário, que deve ensinar os futuros profissionais a conceber e projetar produtos e processos considerando a análise do ciclo de vida, contribuindo desta forma para o não agravamento do problema ambiental.

Outras propostas em relação ao município de Paulínia:

11. Estabelecimento de Política Ambiental para o Município

Viabilizar a identificação da capacidade de suporte dos recursos naturais, permitindo auxiliar na tomada de decisão relativa ao licenciamento e controle das atividades poluidoras na região de influência do município de Paulínia, bem como realizar estudos, estabelecer os entendimentos necessários com os interlocutores da área produtiva, poderes locais e comunidade, em processo integrado de planejamento ambiental, conforme Resolução 13 de 19/3/99 da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo.

12. Plano Diretor do Município

Colocar em prática o Plano Diretor do Município levando em consideração apenas os critérios técnicos, como a vulnerabilidade dos aquíferos, usos e limitações do solo, evitando improvisações e decisões políticas, que venham a gerar conflitos entre as partes envolvidas e comprometer a capacidade de suporte dos recursos naturais.

Atualmente o Município apresenta algumas áreas de contraste, com potencial de geração de conflitos, entre elas o trecho da avenida Guaraná compreendido entre a fábrica da Brahma e o loteamento "Residencial Rosamélia", separado de um loteamento industrial apenas por uma avenida, sendo que no local estão instaladas duas bases distribuidoras de combustíveis e, em fase de construção, uma indústria metalúrgica e uma de produtos químicos; o loteamento de chácaras "Recanto dos Pássaros", vizinho da antiga fábrica da Shell Química (atual Basf e Kraton), recentemente destacado pela mídia como "Caso Shell"; os sítios vizinhos da empresa Nutriplant, cujos poços freáticos foram contaminados com produtos químicos, divulgados pela imprensa como "Caso Nutriplant" e o Jardim Okinawa, condomínio fechado, localizado em frente a indústrias de rações para animais.

13. Fiscalização Efetiva das Empresas

Fornecer recursos humanos e tecnológicos para a Secretaria Municipal de Meio Ambiente para a fiscalização efetiva das empresas, visando o cumprimento da lei ambiental municipal. Atualmente este órgão não possui laboratórios, pessoal técnico especializado e apoio logístico.

14. Equipes Especializadas em Solo e Águas Subterrâneas

Fornecer recursos humanos e tecnológicos para a Secretaria Estadual do Meio Ambiente, para a implantação de equipes especializadas em solo e águas subterrâneas, na Agência Ambiental da CETESB em Paulínia.

15. Monitoramento da Qualidade das Águas Subterrâneas

Monitorar a qualidade das águas subterrâneas nas áreas agrícolas, urbanas e industriais e inspecionar as condições sanitárias dos poços tubulares em relação a tubo de boca, cimentação e laje de proteção.

16. Inventário de Resíduos

Com o crescimento da atividade econômica, o aumento do número de loteamentos e conseqüentemente a expansão da população, amplia-se a geração de resíduos e agravam-se os problemas quanto ao seu manejo e disposição final.

A devolução destes resíduos ao ambiente, praticada de forma inconseqüente, leva à contaminação do solo e das águas subterrâneas, com graves prejuízos econômicos, sociais e ambientais. Para o encaminhamento de soluções adequadas para os problemas de geração, tratamento e disposição final dos resíduos, é necessário que se realize o inventário de resíduos do município. O último inventário realizado no Estado de São Paulo ocorreu em 1996.

20. Glossário

Abiótico- Componente do ecossistema que não inclui seres vivos, por exemplo, substâncias minerais, os gases e os elementos climáticos isolados.

Aclimatação- É o ajuste gradual e reversível da fisiologia e morfologia as mudanças nas condições ambientais.

Adsorção- Retenção de átomo, íons ou moléculas sobre a superfície mineral ou de partículas sólidas por meios físicos sem comportar interação química.

Adveção- Processo de transferência de fluido (vapor ou líquido) através de uma formação geológica em consequência à um gradiente de pressão que pode ser causado por mudanças de pressão, nível d'água ou infiltração.

Aeróbio- Organismo que requer oxigênio para viver e reproduzir.

Aluvionares- Depósitos fluviais de detritos de idade bem recente(Quartenário), que podem ser litificados com o tempo transformando-se em aluviões antigos.

Air stripping- Processo acima do solo usado para remover contaminadores voláteis da água. Envolve exposição da superfície da água a um grande volume de ar, geralmente movendo em uma torre um fluxo de água em um contra fluxo de ar em direção oposta.

Air sparging- Injeção de ar dentro da água subterrânea para remover químicos voláteis e liberar oxigênio, o qual promove crescimento de microbiano.

Alifático- Categoria de compostos constituídos por átomos de carbono ligados por ligações saturadas (simples) ou insaturadas (duplas e triplas) em cadeias abertas.

Alcanos- Hidrocarbonetos alifáticos saturados com ligação simples C – C que possuem a fórmula geral $C_{(n)}H_{(2n + 2)}$. Pode apresentar cadeias de estrutura simples, ramificados ou de anel. Também são denominados parafusos.

Alcenos- Hidrocarbonetos insaturados com ligação dupla C = C que possuem a fórmula geral $C_{(n)}H_{(2n)}$ altamente reativos. Também são denominados olefinas.

Alcinos– Hidrocarbonetos insaturados com ligação tripla de carbono que possuem a fórmula geral $C_{(n)}H_{(2n-2)}$.

Anabolismo- Metabolismo construtivo que forma substâncias mais complexas típicas do organismo, a partir de precursores mais simples derivados dos alimentos.

Anaeróbio- Organismo que não requer oxigênio para viver e reproduzir.

Anóxico– Ambiente com ausência total de oxigênio.

Aquitardes– Corpos rochosos formados por misturas, em proporções variadas de areias, siltes e argilas, e zonas de rochas compactas pouco fraturadas (propiciam um fluxo muito lento).

Aquitudes– Camadas de corpos predominante argilosos e rochas compactas praticamente impermeáveis (domínios que retêm a água que se infiltra, ou onde não ocorre infiltração importante).

Áreas contaminadas– Consideram-se áreas contaminadas(AC) aquelas que, por efeito de poluição causada por quaisquer substâncias ou resíduos que nela tenham sido depositados, acumulados, armazenados, enterrados ou infiltrados, que determinem efeitos negativos sobre; - saúde e o bem estar da população, - a fauna e o solo, - a qualidade do solo, das águas e do ar, - os interesses de proteção à natureza e à paisagem, - a ordenação territorial e o planejamento regional urbano, - a segurança e a ordem pública.

Aqüífero- Formação geológica que armazena água subterrânea, sendo capaz de transmitir em quantidades significativas em condições de gradiente hidráulico natural ou artificial.

Aqüífero confinado– Aqüífero completamente saturado de água, limitado em seu topo e em sua base por uma formação ou camada impermeável. A água armazenada neste aqüífero é submetida a uma pressão superior à atmosférica, o que geralmente faz com que a água seja expelida por qualquer olho d'água.

Aqüífero livre– Camada permeável parcialmente saturada de água e limitada em sua base por uma camada impermeável ou semi permeável. A água armazenada neste aquífero é submetida unicamente à pressão atmosférica.

Aqüíferos sedimentares– Camada impermeável saturada ou parcialmente saturada de água, composta por sedimentos consolidados. Os aquíferos sedimentares ocupam a maior parte do território paulista, com 65% de sua área, estendendo-se principalmente nas Bacias das Regiões Central e Oeste do Estado. O sistema aquífero da bacia de São Paulo encontra-se inteiramente recoberto pela Região Metropolitana. É composto de arenitos argilosos, argilas e lentes de areia, com espessura média de 100 metros, podendo alcançar até 230 metros. Apesar de sua pequena área, com cerca de mil quilômetros quadrados de superfície, é explorado atualmente por mais de oito mil poços tubulares ativos com escolas, clubes, residências , condomínios e indústrias.

Biaugmentation- A adição de microorganismos não-nativos em um local.

Biodegradação- Conversão biologicamente mediada de um composto para outro.

Biomassa - Massa total de microorganismos presentes em uma certa quantidade de água ou solo.

Biorremediação- Uso de microorganismos para controlar e destruir contaminantes.

Biorremediação engenherada– Tipo de biorremediação que aumenta o crescimento e a atividade degradativa dos microorganismos pelo uso de sistemas engenherado fornecendo nutrientes, receptores de elétrons e outros materiais que estimulam o crescimento.

Biorremediação intrínseca- Um tipo de biorremediação “in situ” que administra as capacidades inatas de micróbios de ocorrência natural para degradar contaminantes sem nenhuma interferência da engenharia para estimular o processo.

Biotransformação- Transformação catalisada microbicamente de uma substância química para outro produto.

“Bioventing”- Circulação de ar através da subsuperfície para remover contaminantes voláteis e liberar oxigênio, o qual estimula os microorganismos para degradar contaminantes remanescentes.

BTEX- Abreviação para benzeno, tolueno, etilbenzeno e xileno. São compostos presentes na gasolina e outros produtos derivados de petróleo.

Catabolismo- Metabolismo destrutivo, de decomposição, degradação e excreção, que geralmente libera energia e resulta em estados maiores de oxidação.

Cinética- Refere-se ao índice pelo qual uma reação ocorre.

Coefficiente de difusão no ar– Representa a taxa de distribuição de um contaminante no ar, como resultado da difusão molecular.

Coefficiente de partição do contaminante entre solo-água (K_d)– Quanto maior o K_d, maior a tendência do contaminante de se adsorver ao solo ou sedimento, sendo ajustado em função da fração de carbono orgânico (F_{oc}) presente no solo pela fórmula $K_d = K_{oc} \times F_{oc}$.

Coefficiente de partição do contaminante entre solo-água corrigido pela fração de matéria orgânica (K_{oc})– Quanto maior o K_{oc}, maior a tendência do contaminante se adsorver ao solo ou sedimento, sendo a indicação do potencial de um contaminante orgânico de se acumular ou se adsorver à matéria orgânica presente no solo.

Coefficiente de partição octanol-água (K_{ow})– Quanto maior o K_{ow}, maior a tendência do contaminante de se fixar no octanol em lugar de permanecer na água, sendo o octanol usado como um substituto de lipídios (gordura).

Coluna de carvão- Processo acima do solo para remover contaminantes do solo ou do ar. Envolve contato entre a água e o ar e carvão ativado, na qual adsorve os contaminantes, geralmente fluindo a água ou ar através de colunas repletas de carvão.

Cometabolismo- Uma população se beneficia do subproduto de uma região de outra população sem prejudicar a primeira.

Composto inorgânico- Uma substância química que não é baseada em ligações covalentes de carbono. Exemplos importantes são os metais, nutrientes como nitrogênio e fósforo, minerais e dióxido de carbono.

Composto orgânico- Um composto formado de átomos de carbono, tipicamente ligados em correntes ou anéis.

Convecção- Movimento vertical, ascendente ou descendente, de massas de ar ou de água, através de um mecanismo circular, duplo e oposto, ocasionado por diferenças de temperatura.

Cromatógrafo a gás- Instrumento usado para identificar e quantificar químicos voláteis numa amostra.

Doador de elétron- Composto que doa elétrons (portanto é oxidado) nas reações de produção de energia e são essenciais para o crescimento de microorganismos e no processo de biorremediação. Na biorremediação o contaminante orgânico freqüentemente serve como doador de elétron.

DNAPL- Dense Non-Aqueous Phase Liquid (Fase líquida não aquosa densa)

“Ex situ”- termo em latim referente a remoção de substâncias de sua posição natural ou originária.

Extração por vapor- é um método físico-químico onde os resíduos, após remoção, são submetidos a um fluxo contínuo de vapor superaquecido promovendo a liberação de contaminantes orgânicos voláteis e alguns semivoláteis. Sua aplicação tem como premissa a volatilização, por ação do calor, dos componentes dos contaminantes. Seus custos são relativamente baixos, variando entre US\$ 20 e US\$ 60, por tonelada tratada.

Espectrômetro de massa- Instrumento usado para identificar a estrutura química de um composto. Normalmente, as substâncias químicas no composto são separadas previamente por cromatografia.

Enzima- Uma proteína criada por organismos vivos para ser usado na transformação de um composto específico. A proteína serve como catalisador na transformação de um composto bioquímico.

Fase não aquosa do líquido (NAPL)- Solução líquida que não se mistura facilmente com água. Muitos contaminantes da água subterrânea, incluindo solventes clorinizados

a muitos produtos de petróleo, entram na subsuperfície em fases de solução não aquosas.

Fator de bioconcentração (BCF)– Quanto maior o BCF espera-se maior acumulação em organismos vivos, sendo a medida da partição de um composto em equilíbrio entre o meio biológico (tecido vegetal por exemplo) e um meio externo como a água.

Galeria de infiltração– Sistema de mecânico usado para injetar substâncias que estimulam microorganismos na subsuperfície. Galerias de infiltração consistem tipicamente de canos subterrâneos perfurados através dos quais a água contendo os materiais de estimulação apropriados é bombeada.

Gradiente hidráulico– Mudança na diferença de nível (ex., pressão da água por unidade de distância em dada direção, tipicamente na direção do fluxo principal).

Hidrocarboneto– Uma substância química composta de carbono e hidrogênio em qualquer variedade de configuração. Produtos de petróleo, assim como muitas substâncias químicas sintéticas industriais, contêm vários hidrocarbonetos diferentes.

Hidrocarboneto de petróleo- Uma substância química derivada de petróleo por vários processos de refinaria. Exemplos incluem gasolina, óleo combustível, e uma vasta escala de produtos químicos usados na manufatura e indústria.

Indução de enzima– Um processo pelo qual um organismo sintetiza uma enzima em resposta à exposição de um produto químico específico, o indutor.

“In situ”- Termo do latim que significa “no lugar” - na posição natural ou original.

“Land farming”– Processo acima do solo usado para estimular microorganismos para degradar contaminantes na terra. Este processo envolve propagação do solo, adição de nutrientes e o, cultivo.

LNAPL– Fase não aquosa do líquido - Solução líquida que não se mistura facilmente com água. Muitos contaminantes da água subterrânea, incluindo solventes clorinizados a muitos produtos de petróleo, entram na subsuperfície em fases de soluções não aquosas.

Lençol freático– Zona de contato do aquífero com a formação superior de armazenamento.

Lixiviação– Remoção pela água percolante de substâncias presentes no solo e nas rochas, as quais são geralmente essenciais à vida vegetal.

Metabolismo- Reações químicas em células vivas que convertem fontes de alimento para energia e nova massa de célula.

Microcosmo- Um recipiente montado em laboratório que se assemelhe o máximo possível com as condições de um ambiente natural.

Microorganismo- Um organismo de tamanho microscópico ou submicroscópico. Microorganismos podem destruir contaminantes usando-os como fonte de alimento para o seu próprio crescimento e reprodução.

Mineralização- Completa degradação de um composto para dióxido de carbono, água e possivelmente outros compostos inorgânicos.

Oxidação– Transferência de elétrons para fora de um composto, com um contaminante orgânico. A oxidação pode suprir energia que os microorganismos usam para o crescimento e reprodução. Frequentemente (mas não sempre), a oxidação resulta na adição de um átomo de oxigênio e/ou a perda de um átomo de hidrogênio.

Organismo geneticamente construído– Um organismo cujos genes foram alterados por humanos. Por exemplo, pesquisadores têm usado a engenharia genética para dar à bactéria a capacidade de degradar produtos químicos perigosos que normalmente resistem a biodegradação.

Permeabilidade intrínseca– Uma medida da facilidade relativa com a qual um líquido passa através de um instrumento poroso (geralmente solo ou sedimento). Permeabilidade intrínseca depende da forma e tamanho dos poros pelo qual o líquido passa.

Pluma- Zona de contaminante dissolvidos. Uma pluma geralmente origina-se da zona contaminante e se estende por uma distância na direção do fluxo da água subterrânea.

Pressão de vapor– Quanto maior a pressão de vapor, maior a tendência de o contaminante estar no estado gasoso, sendo a pressão exercida pelo vapor de um contaminante em equilíbrio com sua fase sólida ou líquida a uma dada temperatura; utilizada para calcular a taxa de volatilização de uma substância pura ou estimar a Constante da Lei de Henry para compostos com baixa solubilidade em água.

Porosidade– A porosidade total ou simplesmente a porosidade de um solo ou rocha pode ser definida como a relação entre o volume de vazios e o volume total.

$$? = \frac{V_v}{V}$$

Onde: ? = porosidade total

V_v = volume de vazios

V = volume total

Alguns hidrogeólogos preferem trabalhar com a porosidade expressa em porcentagem, bastando para isso multiplicar o valor de ? por 100.

A porosidade depende de tamanho dos grãos. Se os grãos são de tamanho variado, a porosidade tende a ser menor do que no caso de grãos uniformes, porque os grãos pequenos ocupam os espaços vazios entre os maiores.

Receptor de elétrons- Composto que recebe elétrons (portanto é reduzido) nas reações de produção de energia e são essenciais para o crescimento de microorganismos e no processo de biorremediação. Os receptores de elétrons mais comuns na biorremediação são oxigênio, nitrato, sulfato e ferro.

Recuperação de produto livre– remoção de poças residuais contaminantes, com gasolina que flutua acima da camada freática, para a subsuperfície.

Recuperação de vapor– Um método para remoção de contaminantes voláteis do solo acima da camada freática através da circulação do ar pelo solo.

Redução- Transferência de elétrons para um composto, como oxigênio. Isto ocorre quando um outro composto é oxidado.

Sistema de bombeamento e tratamento “pump and treat system”- O tipo de sistema mais usado para a limpeza da água subterrânea contaminada. Sistemas de bombeamento e tratamento consistem de uma série de poços usados para bombear água contaminada até a superfície e ligados a um tratamento na superfície usado para limpar a água subterrânea extraída.

Solubilidade em água- Aquele que influencia o potencial de distribuição do contaminante no solo e representa a máxima concentração de um composto dissolvido na água, a uma dada temperatura.

Substrato- Um composto que os microorganismos podem usar na reação química catalisados por suas enzimas.

Surfactante- Sabão ou substância similar que possui um final hidrofóbico e um hidrofílico. Surfactantes podem ligar-se ao óleo e outros compostos imiscíveis para ajudar seu transporte na água.

Técnica do número-mais-provável- Técnica estatística para estimar o número de organismos presentes numa amostra.

Volatilização- Transferência de um químico da fase líquida para a gasosa (como na evaporação).

Zona saturada- e nesta parte do perfil do solo, onde a água subterrânea propriamente dita se encontra, onde os poros estão totalmente preenchidos por água.

Zona não saturada ou vadosa- Esta zona inicia-se logo abaixo da superfície do solo e se finaliza no topo da superfície freática. Nesta zona os poros estão preenchidos tanto com gases (principalmente ar e vapor d'água) quanto água.

21. BIBLIOGRAFIA

1. Cunha, Rodrigo César de Araújo – Avaliação de Risco em Áreas Contaminadas por Fontes Industriais Desativadas – Estudo de Caso, Universidade de São Paulo; Instituto de Geociências, tese de Doutorado, São Paulo 1997.
2. Gloeden , Elton – Gerenciamento de Áreas Contaminadas na Bacia Hidrográfica do Reservatório Guarapiranga, Universidade de São Paulo; Instituto de Geociências, Tese de Doutorado, São Paulo 1999.
3. Bucci, Edson Marcus – Remediação de Áreas Contaminadas por Vazamentos de Tanques de Combustíveis em Postos de Serviços – Universidade Presbiteriana Mackenzie, tese de Mestrado, São Paulo 2000.
4. Apostila: MANUAL DE GERENCIAMENTO DE ÁREAS CONTAMINADAS – Projeto CETESB – GTZ – São Paulo, 1999, Projeto de Cooperação Técnica Brasil – Alemanha, CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental e Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) - Recuperação do solo e das águas subterrâneas em áreas de disposição de resíduos industriais
5. Lima, Lúcio Flávio Furtado, Apostila: GESTÃO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS – Dilemas e Necessidades da Bacia do Rio Piracicaba, Monografia apresentada à Universidade Estadual de Campinas – Faculdade de Engenharia e Mecânica; referente. ao Curso de Especialização em Gestão Ambiental – Campinas, 1998.
6. Toledo, Alexandre Corrêa, Apostila: SISTEMA DE GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS INDUSTRIAIS, Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP – Faculdade de Engenharia Mecânica, Campinas - SP – 2001.
7. Apostila: CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM DIREITO AMBIENTAL – O Futuro da Gestão Ambiental ou A Gestão Ambiental do Futuro, Prof. Édis Milaré – Faculdades Metropolitanas Unidas – FMU, Páginas 06 a 12, 24 e 25, 27 a 29, 58 a 74.
8. Fuzaro, Prof. João Antonio, Apostila: CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO GESTÃO AMBIENTAL – FEM – 210 Gestão de Resíduos - Transparências, Faculdade de Engenharia Mecânica – Programa de Cursos de Extensão, UNICAMP.

9. Apostila: Projeto "SUBSÍDIOS PARA O PLANEJAMENTO REGIONAL E URBANO DO MEIO FÍSICO NA PORÇÃO MÉDIA DA BACIA DO RIO PIRACICABA, SP" – Volume III – Programa "Bacia do Rio Piracicaba – Estudos Geoambientais para Planejamento Territorial", Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo – 1995, Páginas 290 a 334, 337, 339, 342 a 350, 363 a 366, 368 a 371.
10. Sevá Filho, Prof. Dr. Arsênio Oswaldo, Apostila: CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO GESTÃO AMBIENTAL, FEM-206 Uso e Ocupação do Solo – Riscos Técnicos Coletivos Ambientais na Região de Campinas/SP, Faculdade de Engenharia Mecânica – Programa de Cursos de Extensão, UNICAMP.
11. Casarini, Biól. Dra. Dorothy Carmen Pinatti, Apostila: PREVENÇÃO E CONTROLE DA POLUIÇÃO DO SOLO E DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – CETESB, São Paulo 2000.
12. Quaresma, Farm. Bioquímica Marie Yamamoto do Vale, Apostila: PREVENÇÃO A POLUIÇÃO – CONCEITOS E DEFINIÇÕES - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – CETESB, São Paulo 2001.
13. Apostila: PROJETO DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL PARA AS ESCOLAS DO MUNICÍPIO DE PAULÍNIA – Realização: Secretaria de Obras e Serviços Públicos da Pref. Municipal. de Paulínia em parceria com Empresas do Grupo Orsa – J. Bresler, 2001.
14. Apostila: RESÍDUOS SÓLIDOS INDUSTRIAIS, elaborado pela Divisão de Resíduos Sólidos Industriais –Gars– Gerência de Assistência em Resíduos Sólidos, Sam – Superintendência de Assistência aos Municípios, Deng - Diretoria de Engenharia, Coordenador Eng. Pedro Penteado de Castro Neto, São Paulo, Agosto 1985.
15. Heitzmann Jr, José Francisco, Alterações na Composição do Solo nas Proximidades de Depósitos de Resíduos Domésticos na Bacia do Rio Piracicaba, Síntese de Tese nº 9, São Paulo, Brasil - 1999.
16. Casarini, Biól. Dra. Dorothy Carmen Pinatti, Apostila: PREVENÇÃO E CONTROLE DA POLUIÇÃO DO SOLO E DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, Coordenação Técnica:– Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – CETESB, São Paulo 2000.

17. Gonzales, Júlio César Valenzuela. Tratamento de Efluentes em Indústrias Galvanotécnicas. São Paulo, 1999.
18. Brito, Jolumá. História da Cidade de Paulínia.
 - 1º Volume – 1972, Impresso nas oficinas da Indústria Gráfica Saraiva S/A – São Paulo.
 - 2º Volume – 1974, Composto na Linotipadora Auxiliar S/C Ltda – Impresso nas Oficinas da Editora Resenha Tributária Ltda.
 - 3º Volume – 1975, Composto na Linotipadora “Irmãos Milesi Ltda” – São Paulo. Impresso nas Oficinas de Vaner Bicego – Gráfica São Jorge – SP.
19. Mapeamento da Vulnerabilidade e Risco de Poluição das Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo – IG, CETESB e DAEE – Secretaria de Estado do Meio Ambiente Secretaria de Recursos Hídricos, Saneamento e Obras, Volumes I e II – 1997.
20. AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO: Anuário estatístico da indústria brasileira de petróleo: 1990 - 1998, Rio de Janeiro: Agência Nacional do Petróleo, 84p - 1999.
21. AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. Standard guide for risk-based corrective action applied at petroleum release sites: designation, New York: ASTM 1995. 51p. (E 1739-95).
22. BERNARDES JÚNIOR, C. Avaliação de risco de longo prazo, em casos de contaminação de águas subterrâneas como instrumento de gerenciamento da remediação. São Paulo, 1995, 192p. (Tese Doutorado) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.
23. CANADIAN COUNCIL OF MINISTERS OF ENVIRONMENT – CCME. The National contaminated sites remediation program. In: NATO/CCMS PILOT STUDY – 1st INTERNATIONAL CONFERENCE, 1. 1993. Quebec. Compendium of papers Quebec: NATO/CCMS, 1993.
24. Revista Época – Reportagem: Venenos Urbanos, Ano IV n.º 173 - setembro de 2001, Páginas 44, 45, 46 e 47.

25. Hirata, Dr. Ricardo Apostila: CONTAMINAÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS: Origem, Vulnerabilidade e Proteção– Universidade Waterloo Centre for Groundwater Research.

Anexo A – Fotos da àrea de Estudo

Anexo A - Fotos da Área de Estudo



Foto 1- (Área de Contraste), av. Guaraná em Paulínia, onde se observa à esquerda uma base distribuidora de combustíveis e a direita implantação de um loteamento residencial denominado – “Residencial Rosamélia”.



Foto 2- (Área de Contraste), av. João Aranha em Paulínia, do lado oposto à av. Guaraná onde se observa a placa de venda das casas do “Residencial Rosamélia”. Ao fundo do lado esquerdo (telhado azul) é da fábrica de refrigerantes da Brahma e à direita (telhado laranja) da base distribuidora de combustíveis citada na foto anterior.

Anexo A - Fotos da Área de Estudo (Continuação)



Foto 3- (Área da Cascata), avenida destinada à instalação de bases, nos fundos do posto da polícia militar rodoviária (SP-332), onde estão instaladas 04 bases de distribuição de combustíveis, sendo que há mais 02 em construção.



Foto 4- Do outro lado da rodovia SP-332, em frente à "Área da Cascata", se observa ao fundo do lado direito, 03 tanques verticais destinados à instalação de 01 (uma) nova base distribuidora de combustíveis.

Anexo A - Fotos da Área de Estudo (Continuação)



Foto 5- Vista de parte do terminal ferroviário da FERROBAN, para transporte de combustíveis, onde se observa a grande quantidade de vagões tanques. Ver no Anexo – B, reportagem “Trem com Álcool Tomba em Paulínia”, da Folha de São Paulo Regional de 03/11/01.



Foto 6- Vista da rodovia SP-332, na ponte da Du Pont, acesso para Paulínia, onde no instante da foto observa-se 09 caminhões trafegando, segundo levantamento do DER, neste trecho circulam 9.000 caminhões/dia.

Anexo A - Fotos da Área de Estudo (Continuação)



Foto 7- Foz do ribeirão Anhumas no rio Atibaia em Paulínia, onde se observa o leito do Atibaia, em função da maior estiagem desde 1965 (ver no Anexo – B, reportagem “Crise Hídrica é a Pior Desde 1965”, do Correio Popular de 11/08/01).



Foto 8- Rio Atibaia em Paulínia a jusante do ribeirão Anhumas, na ponte interna da Rhodia, onde observa-se que, mesmo após receber toda a vazão do Anhumas, o Atibaia continua mostrando o seu leito, em função da maior estiagem desde 1965.

Anexo A - Fotos da Área de Estudo

Fotografias tiradas em 06/08/01, 26 e 29/10/01.

Anexo B - Recortes de Jornais com Reportagens Sobre:

- **Acidentes com Potencial de Contaminação do Solo e das Águas Subterrâneas**

“Distribuidora é Multada em R\$ 4,6 mil”, Todo Dia - Americana de 02/11/01.

“Trem com Álcool Tomba em Paulínia”, Folha de São Paulo Regional de 03/11/01.

- **Estiagem Prolongada**

“Crise Hídrica é a Pior Desde 1965”, Correio Popular – Campinas de 11/08/01.

- **Uso das Águas Subterrâneas**

“Uso Irracional Ameaça Águas do Subsolo”, O Estado de São Paulo de 13/08/01.

Anexo B – Planta Geral do município de Paulínia

Anexo B – Planta Geral do município de Paulínia

Arquivo não localizado

Anexo C – Recortes de Jornais com Reportagens

Uso irracional ameaça águas do subsolo

J.J. Leblitz

Poços artesianos e lâmpadas com mercúrio estão entre os principais vilões

MOACIR ASSUNÇÃO

O Brasil trata mal suas águas. Embora seja campeão mundial em águas superficiais, com 12% das reservas do planeta, além de dividir com os vizinhos Uruguai, Paraguai e Argentina, o Aquífero Guarani, maior reservatório natural de água subterrânea do mundo, o País faz pouco para proteger esse imenso patrimônio. Problemas de contaminação e exploração desordenada podem comprometer o seu uso num futuro mais próximo do que se imagina.

"Estamos demorando demais para regulamentar a exploração das águas subterrâneas. Enquanto isso, a contaminação avança a passos largos", adverte o professor do Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo (USP), Aldo Rebouças.

A continuar o uso irracional, com a construção de poços sem controle, as águas subterrâneas podem enfrentar as mesmas dificuldades das superficiais, vítimas de todo tipo de poluição e descaso. Estatísticas não-oficiais dão conta da existência de um milhão de poços no Brasil, 700 mil dos quais, clandestinos.

Essas águas enfrentam "poluidores" como as lâmpadas fluorescentes – muito utilizadas ultimamente por conta da economia de energia – fabricadas com mercúrio e depositadas sem critério nos lixões, fossas sépticas e cemitérios. Os resíduos da decomposição de matérias orgânicas penetram no solo e contaminam os lençóis.

Energia – Questões econômicas ajudam a explicar os temores dos técnicos e ambientalistas. O início da cobrança pelo uso da água de abastecimento público aos grandes consumidores da Bacia do Rio Paraíba do Sul a partir do próximo ano e a crise de energia com a consequente estiagem tem provocado um acelerado crescimento do número de poços artesianos. Empresas do setor como a Hidrogesp e a Jundsondas confir-

mam o aumento dessa demanda.

Atualmente, os consumidores não pagam pelo uso da água. As taxas existentes são para o tratamento e a distribuição.

Para complicar a situação, o

mercado de perfuradores de poços, no qual atuam mais de cem empresas, assiste ao surgimento de companhias "piratas" que constroem poços sem cuidados ambientais. Muitas atuam sem licença dos departamentos estaduais de água, cobrando preços menores que os das companhias tradicionais. Um trabalho malfeito resulta em conta-



O professor da USP, Aldo Rebouças, ressalta a exploração das águas subterrâneas precisa ser regulamentada com urgência

minação do aquífero, com danos ao ambiente e à qualidade da água. "Um poço pode ser uma incisão cirúrgica, com todos os cuidados necessários de limpeza e proteção, ou uma facada", compara Rebouças.

Desmatamento – A população ainda não se conscientizou das implicações ambientais de

atos como o desmatamento de áreas de mananciais, com assoreamento dos rios e poluição das nascentes. "Ainda vivemos a ilusão de que a água é um recurso infinito, embora o colapso do abastecimento seja uma realidade em muitos lugares", resume a coordenadora de projetos da Fundação SOS Mata Atlântica, Maria Lúcia Ribeiro.

Especialistas querem inclusão de proteção à água nos currículos

Ambientalistas acham que discussão nas escolas poderia estimular preservação

▲ inclusão da proteção às

fero Guarani.

O aumento do preço cobrado pela água encanada levaria à diminuição do desperdício, no tender de técnicos e ambientalistas. "Quando as pessoas começarem a pagar pelo uso

POUCAS
CIDADES
COBRAM PELO
CONSUMO

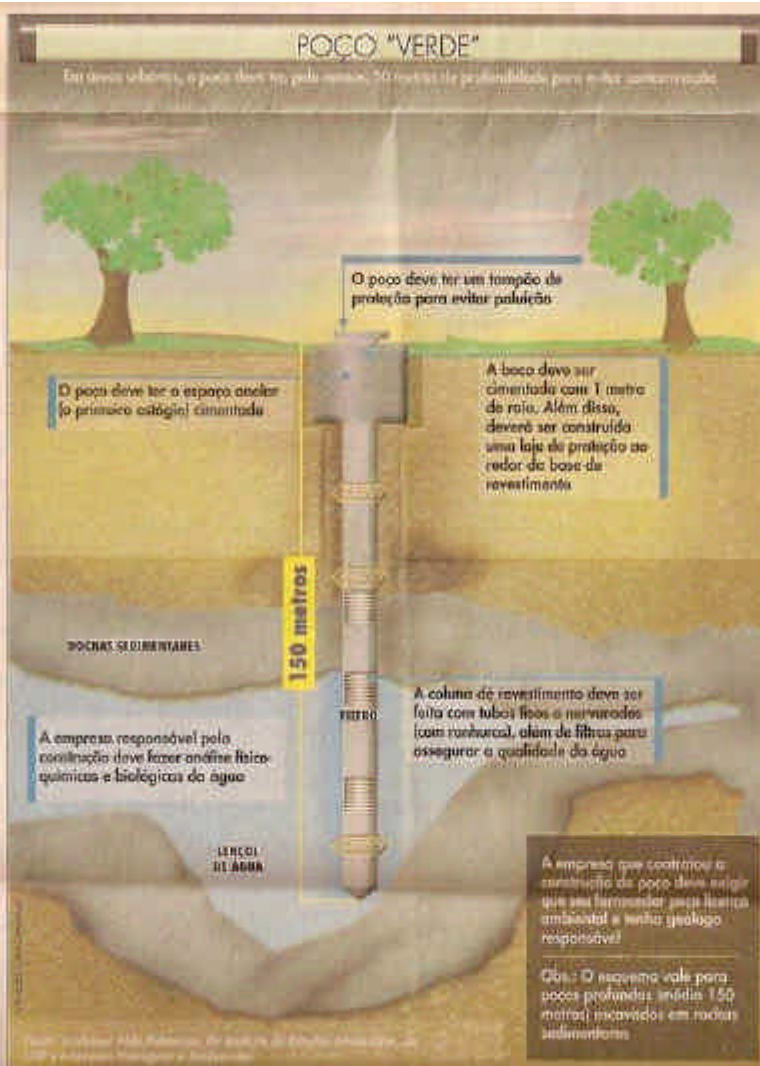
Até rios perenes correm risco de desaparecer

Aqüíferos podem diminuir de tamanho com a exploração incorreta

O mau uso dos aquíferos subterrâneos, além de resultar em contaminação por substâncias tóxicas, compromete até os rios perenes, aqueles que nunca secam. Se os aquíferos diminuírem de tamanho, essa ameaça torna-se real. Em Americana, segundo o professor de petrologia da Universidade Estadual Paulista (Unesp), Daniel Marcos Bonotto, o nível do aquífero Itararé diminuiu em 80 metros por conta de sua exploração intensiva.

Bonotto faz parte de um grupo de estudos do aquífero Guaraní, que tem um volume equivalente ao das águas superficiais brasileiras no seu 1,2 milhão de quilômetros quadrados de área nos Estados de São Paulo, Mato Grosso, Santa Catarina, Goiás, Minas Gerais, Paraná e Rio Grande do Sul, além dos países vizinhos. Um conselho gestor com representantes de todos os interessados estuda formas de exploração racional. No conselho trabalha-se com a hipótese de que haja 1,5 mil poços pela área. Mas há projeções de que esse número seja bem maior.

"Por enquanto, constatamos que, apesar da presença de isótopos de rádio e urânio, a água é de excelente qualidade", afirma o professor Bonotto. No Uruguai, as águas do aquífero são usadas em balneários. Ribeirão Preto, no interior de São Paulo, é praticamente toda abastecida com



da USP Aldo Rebouças calcula que apenas 700 dos cerca de

CEMIG Companhia Energética

A maioria das projeções as águas nos currículos escolares é apontada por técnicos e ambientalistas como a principal saída para enfrentar a contaminação das águas subterrâneas a médio prazo. "Isso foi feito com a educação sexual e com o trânsito. Por que não com a água?", questiona o professor da USP Aldo Rebouças. "Precisamos desenvolver a ideia da cidadania pela água. Essa luta deve ser de todos, porque é vital a sobrevivência da espécie", completa. Maria Lúcia Ribeiro, do SOS Mata Atlântica, vai na mesma direção ao propor o engajamento de cidadãos nos comitês de bacias, organizações encarregadas da gestão das águas.

A falta de regulamentação específica para a exploração das águas subterrâneas dificulta, segundo Maria Lúcia, a punição de poluidores. "Usam-se leis genéricas como o Código das Águas e a Lei de Crimes Ambientais, que nem sempre têm efeito prático", explica. Ela adverte que nenhuma lei conseguirá proteger o ambiente se não houver engajamento da sociedade. O Comitê de Bacias do Médio Tietê, do qual participa, deverá votar, ainda em agosto, uma resolução exigindo que os 20 municípios dessa bacia recidem lâmpadas fluorescentes. O Médio Tietê é área de recarga do aquí-

fero e quem não pagar por uso da água, tenderão a tomar mais cuidado", analisa Rebouças.

Pauta - Na Assembleia Legislativa de São Paulo, um projeto de lei que institui a cobrança pelo uso da água no Estado está parado. "É a falta de coragem dos parlamentares, que temem assumir ônus em um ano prefeitoral", critica Maria Lúcia. O presidente da Assembleia, deputado Walter Feldman (PSDB), discorda. "O projeto não foi votado no primeiro semestre porque logo veio a crise energética e os líderes dos partidos considerariam que a população não estaria muito disposta a discutir o assunto", afirma. Segundo ele, a proposta será debatida amanhã.

FALTA DE LEI DIFICULTA PUNIÇÃO

Uma ideia da ANA é "comprar" esgoto tratado de indústrias e empresas de abastecimento, para evitar o lançamento de esgoto in natura, principal causa da morte dos rios. O projeto prevê que a agência reembolsará 50% da água tratada devolvida aos rios. Com isso, a água limpa passaria a ter um valor monetário, tornando mais barato tratar o esgoto que lançá-lo de volta aos cursos de água.

Empresas do ramo recomendam, ainda, que os interessados em construir poços prestem atenção no trabalho das perforadoras. (MLA)



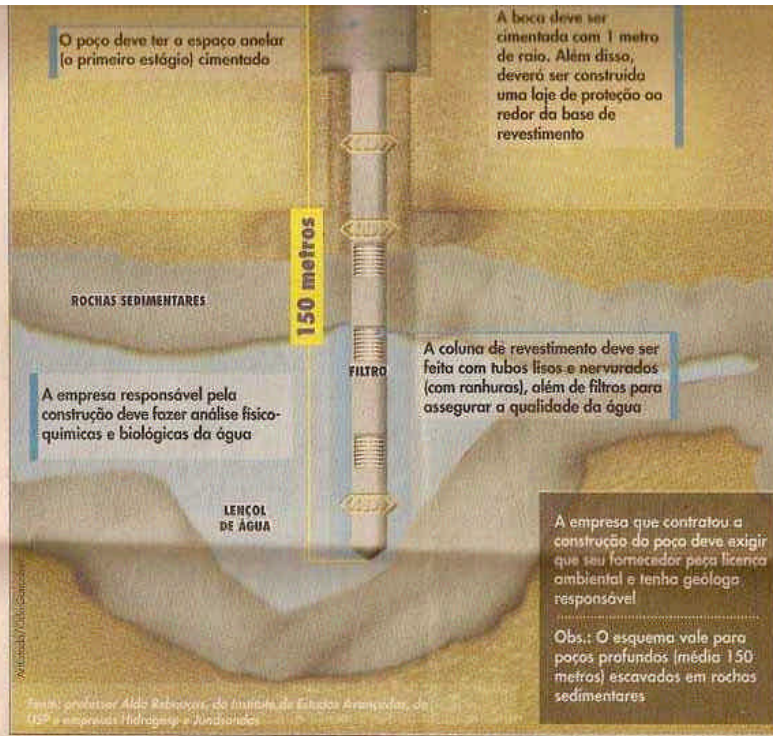
nes, aqueles que nunca secam. Se os aquíferos diminuírem de tamanho, essa ameaça torna-se real. Em Americana, segundo o professor de petrologia da Universidade Estadual Paulista (Unesp), Daniel Marcos Bonotto, o nível do aquífero Itararé diminuiu em 80 metros por conta de sua exploração intensiva.

Bonotto faz parte de um grupo de estudos do aquífero Guarani, que tem um volume equivalente ao das águas superficiais brasileiras no seu 1,2 milhão de quilômetros quadrados de área nos Estados de São Paulo, Mato Grosso, Santa Catarina, Goiás, Minas Gerais, Paraná e Rio Grande do Sul, além dos países vizinhos. Um conselho gestor com representantes de todos os interessados estuda formas de exploração racional. No conselho trabalha-se com a hipótese de que haja 1,5 mil poços pela área. Mas há projeções de que esse número seja bem maior.

“Por enquanto, constatamos que, apesar da presença de isótopos de rádio e urânio, a água é de excelente qualidade”, afirma o professor Bonotto. No Uruguai, as águas do aquífero são usadas em balneários. Ribeirão Preto, no interior de São Paulo, é praticamente toda abastecida com águas subterrâneas.

Apartamentos – Montadoras e indústrias alimentícias de várias regiões do País utilizam o produto, cujo custo é muito inferior ao da água superficial tratada, em seus processos de produção. O uso da água vinda do solo anda tão disseminado que, no Recife, lançamentos imobiliários estampam a existência de poços artesanais no condomínio como apelo para aumentar as vendas de apartamentos.

Em São Paulo, o professor



da USP Aldo Rebouças calcula que apenas 700 dos cerca de 7.000 poços sejam regularizados, apesar do Decreto 41.258/96, que obriga, sob pena de multa e lacração, o registro. “Hotéis de luxo, shoppings, clubes, condomínios e 95% das indústrias têm poços.” A maior parte deles é anterior à lei.

No Rio, a situação não é diferente. Dos 2 mil poços, apenas 10% são registrados e fiscalizados, de acordo com o Departamento Estadual de Recursos Minerais (DRM-RJ). A justificativa: a poluição subterrânea é muito difícil de ser combatida. (M.A.)

CEMIG Companhia Energética de Minas Gerais
COMPANHIA ABERTA - CNPJ 17.155.730/0001-04

FATO RELEVANTE

A Companhia Energética de Minas Gerais – Cemig, em cumprimento ao disposto na Instrução CVM no 31, de 08/02/1994, comunica que solicitou em 13/08/2001 o arquivamento na Comissão de Valores Mobiliários do formulário IAN – representação espontânea e do formulário 20-F na Securities and Exchange Commission-SEC, dos Estados Unidos da América, relativos ao registro de seus American Depositary Receipts-ADR. Comunicamos também que encorin-se em processo de análise pela Comissão de Valores Mobiliários a documentação para mudança de seu atual Programa de American Depositary Receipts Nivel I para o Nivel II.

Após a aprovação pelas comissões de valores mobiliários do Brasil e dos Estados Unidos da América, a Companhia pretende solicitar à Bolsa de Valores de Nova Iorque, que o início da negociação de seus American Depositary Receipts ocorra em 18 de setembro de 2001.

Belo Horizonte, 13 de agosto de 2001

Cristiano Corrêa de Barros
Diretor de Relações com Investidores

daos nos comitês de bacias, órgãos encarregados das políticas de gestão das águas.

A falta de regulamentação específica para a exploração das águas subterrâneas dificulta, segundo Maria Lúcia, a punição de poluidores. “Usam-se leis genéricas como o Código das Águas e a Lei de Crimes Ambientais, que nem sempre têm efeito prático”, explica. Ela adverte que nenhuma lei conseguirá proteger o ambiente se não houver engajamento da sociedade. O Comitê de Bacias do Médio Tietê, do qual participa, deverá votar, ainda em agosto, uma resolução exigindo que os 20 municípios dessa bacia reciclem lâmpadas fluorescentes. O Médio Tietê é área de recarga do aquí-

FALTA DE LEI DIFICULTA PUNIÇÃO

não estaria muito disposta a cumprir o assunto afirma. Segundo ele, a proposta será debatida amanhã.

Uma ideia ANA é “cofurar” esgoto tratado de indústrias e empresas de abastecimento, para evitar lançamento de esgoto na ra, principal causa da morte dos rios. O projeto prevê que a agência reembolsará 50% a água tratada devolvida aos rios. Com isso, a água limpassaria a ter um valor monetário, tornando mais barato tratar o esgoto que lança-lo de volta aos cursos de água.

Empresas do ramo recomendam, ainda, que os interessados em construir poços prestem atenção no trabalho das perforadoras. (M.A.)

VEGA

MUDANÇA DE ENDEREÇO

A VEGA ENGENHARIA AMBIENTAL COMUNICA AOS CLIENTES E FORNECEDORES A MUDANÇA DE ENDEREÇO DE SEU ESCRITÓRIO CENTRAL.

DESDE O INÍCIO DO MÊS, ESTAMOS ATENDENDO NO PRÉDIO ONDE JÁ FUNCIONA TODO O SISTEMA OPERACIONAL DA EMPRESA:
PRAÇA ALBERTO LION, 366 – MOOCA
CEP 01515-000 – TELEFONE 6165-3500

ATENCIOSAMENTE,
VEGA ENGENHARIA AMBIENTAL

Crise hídrica é a pior desde 1965

TÉCNICOS VOLTAM A CLASSIFICAR SITUAÇÃO DOS RESERVATÓRIOS COMO "EXTREMAMENTE CRÍTICA"

MARIA TERESA COSTA
Do Correio Popular
teresia@cpopular.com.br

A disponibilidade hídrica para o abastecimento da Grande São Paulo e dos municípios que compõem a Bacia do Rio Piracicaba e Jundiaí foi avaliada ontem como a mais crítica desde 1965 (quando foi criado o Sistema Cantareira) e, se os níveis dos rios continuarem baixando no ritmo atual, em novembro não haverá água. A situação é extremamente crítica, avaliou ontem o superintendente da unidade de produção de água da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp), Edson Airoldo, durante reunião do Grupo Técnico de Monitoramento Hidrológico do Comitê das Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí. O encontro ocorreu ontem, em Campinas.

O Sistema Cantareira, conjunto de reservatórios naturais localizados na região de Bragança Paulista e Nazaré Pau-

lista, está com apenas 23,1% de sua capacidade, o que significa uma reserva de apenas 179 milhões de metros cúbicos de água. Em períodos fora da estiagem, a reserva é de 774 milhões de metros cúbicos. O Sistema abastece tanto a Grande São Paulo quanto a Bacia do Piracicaba, onde vivem pelo menos 3 milhões de habitantes, em 48 cidades da região de Campinas.

Os técnicos estão contando com a possibilidade de chuvas a partir de meados de setembro para evitar o extremo de um racionamento generalizado. Mas os municípios da região de Campinas querem

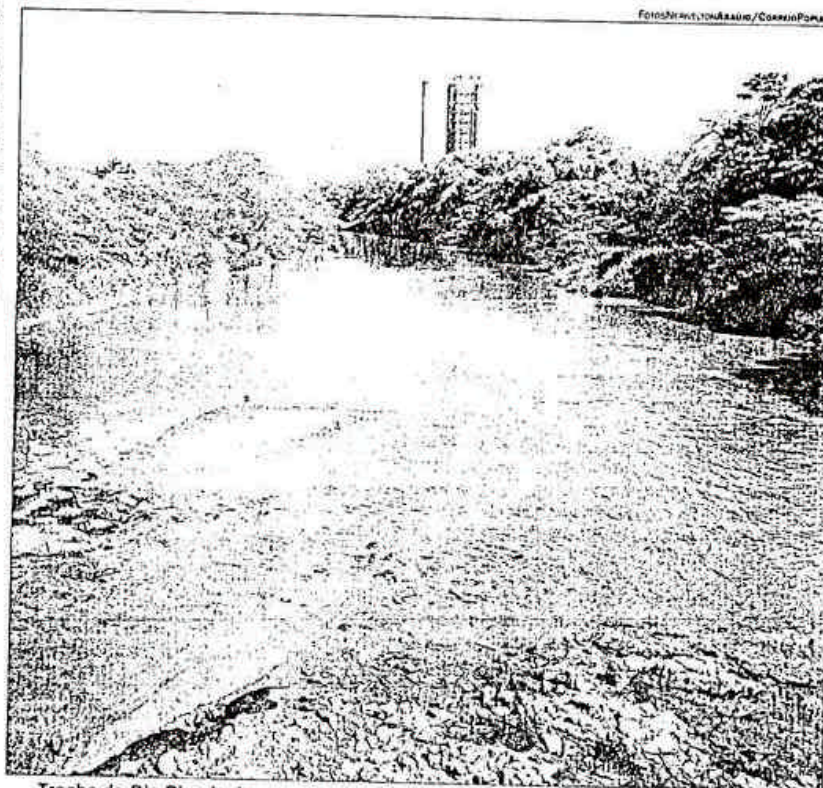
Sistema Cantareira está com apenas 23,1% de sua capacidade

mais água, com liberação do Sistema Cantareira. Essa decisão, no entanto, está sendo prorrogada, porque aumentar a soltura de água implica falta do produto em São Paulo. "A decisão sobre quem ficará sem água terá que ser política e tomada com o conjunto dos envolvidos", defendeu o presidente da Sanasa, Vicente Andreu Guillo.

O Sistema Cantareira é responsável pelo abastecimento de 9 milhões de pessoas, ou seja, 50% da população da Região Metropolitana de São Paulo. Além disso, suas comportas regulam as vazões dos rios Atibaia, Jaguari e, consequentemente, do Rio Piracicaba. O sistema compreende quatro reservatórios. O Cantareira vem liberando para os municípios da Bacia do Piracicaba vazões na ordem de 2 metros cúbicos por segundo, o que significa a metade do mínimo usual, que é de 4 metros cúbicos por segundo.

A escassez de água, disse o presidente do Comitê da Bacia do Rio Piracicaba e prefeito de Rio Claro, Cláudio de Mauro (PV), é gravíssima. Mas ele acredita que a região conseguirá ultrapassar a estiagem sem racionamentos. Se houver, acredita, serão pontuais.

"Choveu menos do que se esperava. A vazão dos rios está abaixo do nível e a população terá que colaborar economizando água. Temos que fazer obras para despoluir os rios e criar mos sistemas de retenção de água da chuva ou a situação ficará cada vez pior", afirmou.



Trecho do Rio Piracicaba, quase seco pela estiagem: colapso previsto para novembro



EDITORA Z

TODODIA

CIDADES



15 de Agosto de 2001 D S T Q Q S S Página 3

Distribuidora é multada em R\$ 4,6 mil

Penalidade foi aplicada, ontem, pela Cetesh que já havia advertido a empresa sobre vazamento de gás

Fernanda Bassette
Paulínia

A Cetesh (Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental) multou ontem a distribuidora de gás Copagáz, em Paulínia, em 500 Ufeps (Unidade Fiscal do Estado de São Paulo) que equivale a R\$ 4.690. Anteontem ocorreu uma explosão seguida de incêndio na empresa supostamente pelo vazamento de gás. Dois funcionários ficaram feridos no acidente.

Segundo a Assessoria de Imprensa da Cetesh, no dia 18 de agosto houve o vazamento de gás de um cilindro e a empresa havia sido advertida para controlar seus estoques. Com o acidente de ontem, a Copagáz teria colocado em risco a qualidade do ar ao emitir grande quantidade de gás, além de prejudicar a segurança do local e poder causar ofensa à saúde.

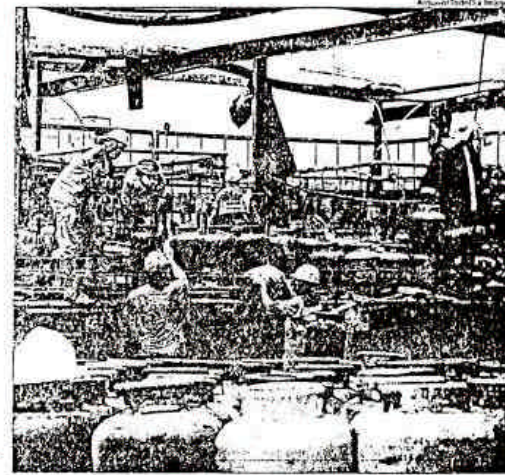
Como penalidade, além da multa, a empresa está obrigada a apresentar, em 30 dias, um plano de monitoramento do solo onde houve acúmulo de água

para que essa água não siga para o Rio Atibaia, apresentar um plano de construção de contenção de água que venha a ser utilizada em combate de incêndios e entregar o plano de gerenciamento de riscos e ação emergencial, que já estava intimada a entregar depois da advertência no mês de agosto.

O soldado Almeida, do Corpo de Bombeiros, disse que o local não apresenta mais riscos e a situação foi totalmente controlada ainda anteontem. As atividades na empresa voltaram ao normal dentro do possível e a parte administrativa está funcionando normalmente.

O gerente administrativo da Copagáz, Jesus Garcia Júnior, informou que desconhece a multa estabelecida pela Cetesh. "Se existe essa multa ela não procede, pois não houve emissão de poluentes no ar e não houve danos ao meio ambiente", comentou. Garcia confirmou a advertência recebida no mês de agosto, mas disse que aquele vazamento ocorreu em outras circunstâncias.

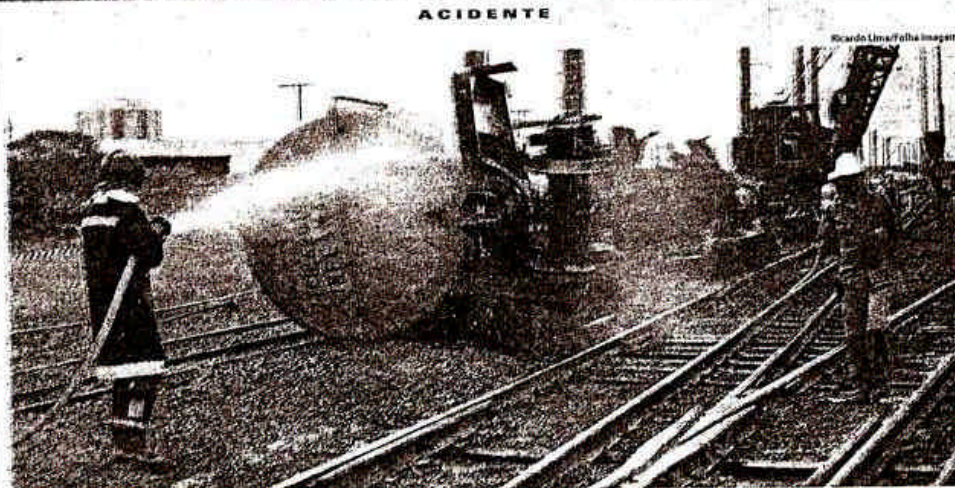
A empresa está recebendo



COPAGÁZ: foi vítima de explosão seguida de incêndio, anteontem

os produtos de outras unidades e o abastecimento de botijões deveria se completar até o final da tarde. "As atividades na unidade de engarrafamento estão paradas e a reconstrução da plataforma deve estar concluí-

da em 60 dias", revelou Garcia, acrescentando que mesmo com a paralisação do setor atingido, não haverá demissões. As duas vítimas do acidente passam bem e estão recebendo a assistência necessária da empresa.



Soldado do Corpo de Bombeiros atira jatos de água nos vagões de trem da Ferrobam tombados ontem, em Paulínia

Trem com álcool tomba em Paulínia

Houve vazamento do produto, mas a situação foi controlada pelo Corpo de Bombeiros

DA FOLHA CAMPINAS

Dois vagões de um trem da Ferrobam (Ferroviárias Bandeirantes S.A.), que transportavam octanol e butanol —tipos de álcool—, tombaram ontem no bairro Betel, em Paulínia.

Houve vazamento do produto, mas a situação foi controlada pelo Corpo de Bombeiros, Defesa Civil e técnicos da Cetesb (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental).

A Cetesb não informou a quantidade dos produtos que vazou. De acordo com o órgão, cada vagão tinha capacidade pa-

ra cerca de 60 mil litros, mas não havia a informação de quantos litros havia em cada um deles.

Segundo a Cetesb, não há risco para o meio ambiente. Se inalado, o material pode causar queimaduras.

No período da tarde, os bombeiros utilizaram o processo de resfriamento para que os vagões pudessem ser destombados e fosse, então, realizado o transbordo das cargas.

A Cetesb informou, por meio da assessoria, que os produtos saíram da empresa da Ciquine Companhia Petroquímica, em Camaçari (BA), com destino à

empresa Gatz Bonifácio Logística Ltda., localizada em Paulínia.

O gerente regional da Ferrobam, Valmir Ribeiro, 42, disse que a empresa vai realizar um laudo, que deverá ser concluído em 48 horas, para levantar as causas do acidente.

Adere

A Cetesb mediu ontem o volume de gás vazado de uma caixa de telefonia, localizada no entroncamento das rodovias Anhanguera e Bandeirantes, em Campinas. O vazamento vem sendo acompanhado pelo órgão desde a última segunda-feira,

quando funcionários da Telefônica reclamaram de forte odor saindo da caixa.

A Cetesb informou, por meio da assessoria, suspeitar que o vazamento de gás seja causado pela empresa Adere Produtos Adesivos. De acordo com o órgão, a Adere possui dois tanques subterrâneos com solventes próximos à caixa de telefonia.

Anteontem, a empresa foi totalmente evacuada após a constatação do vazamento de gás e de solventes químicos. A Folha não conseguiu localizar nenhum representante da Adere para comentar a suspeita da Cetesb.

FREI-L

A f
'Bene
por e
Ofici
proc
servi
divu
acus
falsq
sorc
O
cria
de s
do 1
ou
cur
red
200
C
laté
sint
rea
cia
Ne
ap
sei
Gr
pe
ra
aq
re
se
d

d
se
g
p

atos como o desmatamento de áreas de mananciais, com assoreamento dos rios e poluição das nascentes. "Ainda vivemos a ilusão de que a água é um recurso infinito, embora o colapso do abastecimento seja uma realidade em muitos lugares", resume a coordenadora de projetos da Fundação SOS Mata Atlântica, Maria Lúcia Ribeiro.

Especialistas querem inclusão de proteção à água nos currículos

Ambientalistas acham que discussão nas escolas poderia estimular preservação

A inclusão da proteção às águas nos currículos escolares é apontada por técnicos e ambientalistas como a principal saída para enfrentar a contaminação das águas subterrâneas a médio prazo. "Isso foi feito com a educação sexual e com o trânsito. Por que não com a água", questiona o professor da USP Aldo Rebouças. "Precisamos desenvolver a idéia da cidadania pela água. Essa luta deve ser de todos, porque é vital à sobrevivência da espécie", completa. Maria Lúcia Ribeiro, do SOS Mata Atlântica, vai na mesma direção ao propôr o engajamento de cidadãos nos comitês de bacias, órgãos encarregados das políticas de gestão das águas.

A falta de regulamentação específica para a exploração das águas subterrâneas dificulta, segundo Maria Lúcia, a punição de poluidores. "Usam-se leis genéricas como o Código das Águas e a Lei de Crimes Ambientais, que nem sempre têm efeito prático", explica. Ela adverte que nenhuma lei conseguirá proteger o ambiente se não houver engajamento da sociedade. O Comitê de Bacias do Médio Tietê, do qual participa, deverá votar, ainda em agosto, uma resolução exigindo que os 20 municípios dessa bacia reciclem lâmpadas fluorescentes. O Médio Tietê é área de recarga do aquí-

fero Guarani.

O aumento do preço cobrado pela água encanada levaria à diminuição do desperdício, no entender de técnicos e ambientalistas. "Quando as pessoas começarem a pagar pelo uso da água, tenderão a tomar mais cuidado", analisa Rebouças.

Pauta - Na Assembleia Legislativa de São Paulo, um projeto de lei que institui a cobrança pelo uso da água no Estado está parado. "É a falta de coragem dos parlamentares, que temem assumir ônus em um ano pré-eleitoral", critica Maria Lúcia. O presidente da Assembleia, deputado Walter Feldman (PSDB), discorda. "O projeto não foi votado no primeiro semestre porque logo veio a crise energética e os líderes dos partidos consideraram que a população não estaria muito disposta a discutir o assunto", afirma. Segundo ele, a proposta será debatida amanhã.

Uma idéia da ANA é "comprar" esgoto tratado de indústrias e empresas de abastecimento, para evitar o

lançamento de esgoto in natura, principal causa da morte dos rios. O projeto prevê que a agência reembolsará 50% da água tratada devolvida aos rios. Com isso, a água limpa passaria a ter um valor monetário, tornando mais barato tratar o esgoto que lançá-lo de volta aos cursos de água.

Empresas do ramo recomendam, ainda, que os interessados em construir poços prestem atenção no trabalho das perfuradoras. (M.A.)

**FALTA
DE LEI
DIFICULTA
PUNIÇÃO**



energética
ais
01-04

Tudo aqui em
um só lugar

RELEVANTE

rais - Demig, em cumprimento ao disposto na
a, comunica que solicitou em 13/08/2001 o
Mobilizante do formulário IAN - representação
curities and Exchange Commission-SEC, dos
e ao registro de seus American Depositary
para serem em processo de análise para



VEGA

MUDANÇA DE ENDEREÇO

A VEGA ENGENHARIA AMBIENTAL COMUNICA
AOS CLIENTES E FORNECEDORES A MUDANÇA DE
ENDEREÇO DE SEU ESCRITÓRIO CENTRAL.

VEGA ENGENHARIA AMBIENTAL