

A DEPOSIÇÃO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS ORGANOCLORADOS NO LITORAL DO ESTADO DE SÃO PAULO: UM ESTUDO DE CASO

Pedro Luiz Côrtes

Doutor em Comunicação pela ECA – USP
Professor da Universidade Nove de Julho – UNINOVE
plcortes@usp.br

Ailton Pinto Alves Filho

Doutor em Geografia pela Universidade de São Paulo – USP
Professor da Faculdade de Engenharia Industrial – FEI
ailtonline@gmail.com

Mauro Silva Ruiz

Doutor em Geografia pela Southern Illinois University at Carbondale – SIUC
Professor da Universidade Nove de Julho – UNINOVE
maurosilvaruiz@gmail.com

Cláudia Echevengúá Teixeira

Doutora em Engenharia Civil pela Université de Sherbrooke - USHERB
Professora da Universidade Nove de Julho – UNINOVE
ceteixeira10@gmail.com

RESUMO

A industrialização no Estado de São Paulo teve início no fim do século XIX, intensificando-se na segunda metade de século XX. Parte desse processo ocorreu sem o suporte de leis ambientais, que somente surgiram no estado em meados dos anos 1970. Em decorrência disso, parte do processo de industrialização ocorreu na ausência de um manejo adequado de resíduos, provocando a contaminação ambiental em regiões industriais nas cidades do Estado de São Paulo. Este trabalho apresenta um estudo de caso sobre disposição irregular de resíduos industriais organoclorados no litoral do estado, efetuada pela Clorogil S.A. durante parte dos anos 1960 e 1970. Tem como objetivo compreender como foi efetuada a disposição dos resíduos e os problemas ambientais decorrentes dela. Como não houve registro de muitas das áreas empregadas como depósito irregular, é sumarizada a metodologia utilizada para descobrir e caracterizar esses depósitos, anos após a sua utilização. Adicionalmente, são analisadas algumas técnicas para recuperação das áreas contaminadas por resíduos industriais organoclorados. Este trabalho justifica-se pelo fato de que os resíduos industriais descartados estão classificados como Poluentes Orgânicos Persistentes, que são compostos que causam graves prejuízos à saúde, possuem elevado efeito cumulativo e são altamente resistentes à degradação ambiental, características que tornam difícil a recuperação de áreas contaminadas. A disposição de resíduos estudada neste trabalho configura-se como um exemplo da má gestão ambiental, pois em nenhum momento as três regras básicas do manejo de resíduos (reduzir a produção, estimular a sua reutilização e, finalmente, promover a destinação correta) foram consideradas. Embora esses resíduos tenham sido depositados há mais de trinta anos, os impactos ao meio ambiente e à saúde pública persistem até o presente.

Palavras-chave: Gestão Ambiental; Resíduos Industriais; Poluentes Orgânicos Persistentes.

* Apoio recebido do **Fundo de Apoio a Pesquisa - FAP/UNINOVE**.

1 INTRODUÇÃO

A industrialização no Estado de São Paulo (Brasil) teve início no fim do século XIX, intensificando-se no século XX. Após a Segunda Guerra Mundial, houve um incremento do número de indústrias (Caputo & Melo, 2009) e parte desse processo de expansão ocorreu sem o suporte de leis ambientais, que somente começaram a surgir no Estado de São Paulo em meados da década de 1970. Em virtude da ausência de leis ambientais, parte do processo de industrialização ocorreu sem um manejo adequado de resíduos e efluentes industriais, o que acarretou contaminação e degradação do solo e recursos hídricos superficiais e subterrâneos nas cidades do Estado de São Paulo.

Até poucas décadas atrás, o senso comum da maioria da população apontava para uma relação de causa e efeito muito expedita no que se referia à poluição ambiental. Imaginava-se que, uma vez que uma fonte poluidora fosse eliminada, os problemas decorrentes seriam rapidamente resolvidos. Segundo essa percepção, quando uma fábrica parava de emitir poluentes na atmosfera, os problemas se dissipariam em pouco tempo. De maneira semelhante, parecia correto pensar que, ao cessar a poluição de um rio, não demoraria muito para ele se recuperar. Enfim, acreditava-se que a capacidade regenerativa da natureza promovesse um rápido retorno ao estado natural anterior ao episódio de poluição.

Uma sucessão de exemplos, entretanto, passou a evidenciar os problemas enfrentados pelo meio ambiente para se autorregenerar, especialmente após receber elevadas cargas de poluentes em períodos prolongados. De maneira similar, passou a ficar claro o inter-relacionamento das questões ambientais, como foi o caso verificado em Cubatão no início dos anos 1980, quando a forte poluição atmosférica afetou de maneira intensa a Mata Atlântica, levando à mortandade várias espécies da flora nativa. A redução da cobertura vegetal tornou o solo mais suscetível à ação do intemperismo, provocando um aumento dos episódios de deslizamentos (Gutberlet, 1996).

Nessa mesma época, começaram a aparecer no Estado de São Paulo casos de poluição dos solos provocados pelo manejo inadequado de produtos e rejeitos industriais. Verificou-se que situações similares ao caso do Love Canal, em Niagara Falls, EUA (Formosinho, Pio, Barros, & Cavalheiro, 2000; Phillips, Hung, & Bosela, 2007; Wentz, 1995), poderiam se repetir com diferentes intensidades, mas com uma frequência preocupante, evidenciando a existência de grandes passivos ambientais cujos efeitos prejudiciais à saúde pública e ao meio ambiente podem persistir ao longo de vários anos. Verifica-se uma situação preconizada por Beck (1992) em que há uma democratização dos riscos, pois os problemas ambientais e sociais causados pela contaminação não ficam restritos apenas a uma planta industrial específica ou apenas ao local onde foram dispostos resíduos industriais, afetando

indistintamente todas as formas de vida, com danos que podem se estender por diversas gerações. Nessa **Sociedade de Risco**, segundo Beck (1992), há uma globalização dos riscos que não mais se restringem a classes sociais, fronteiras geográficas ou diferenças econômicas.

A proposta deste trabalho é apresentar um estudo de caso sobre disposição irregular de resíduos industriais organoclorados no litoral do Estado de São Paulo, efetuada pela Clorogil S.A. durante parte dos anos 1960 e 1970, buscando compreender como foi efetuada essa disposição e os problemas ambientais decorrentes dela. São discutidos aspectos relacionados à definição de uma estratégia ambiental pelas organizações e a necessidade da utilização de um Sistema de Gestão Ambiental (SGA) como parte de um completo sistema de gestão organizacional. São discutidas possibilidades para a correta gestão de resíduos, passando pela necessidade de inovação de processos em busca de reduções nas quantidades geradas, além de buscar o seu aproveitamento em outros processos de manufatura.

Adicionalmente, considerando que não houve nenhum controle ou registro de muitas das áreas empregadas como depósito irregular, este trabalho sumariza a metodologia utilizada para descobrir e caracterizar esses depósitos anos após a sua utilização. Também são analisadas alternativas e técnicas para recuperação das áreas contaminadas por resíduos industriais organoclorados.

A justificativa deste trabalho prende-se ao fato de que, no caso estudado, os resíduos industriais descartados indevidamente estão classificados como Poluentes Orgânicos Persistentes (POPs). Conforme será melhor discutido na revisão da literatura, esses compostos orgânicos produzidos industrialmente podem causar graves prejuízos à saúde, possuem grande efeito cumulativo e são altamente resistentes à degradação ambiental, o que torna difícil a recuperação de áreas contaminadas pelos POPs (Nakagawa, 2003; Ritter, Solomon, Forget, Stemeroff, & O'leary, 1995). Essa é uma situação que se repete com diversos tipos de poluentes contaminando os solos em diversas cidades, como em Galway City, Irlanda (Carr, Zhang, Moles, & Harder, 2008), Newcastle upon Tyne, Inglaterra (Rimmer et al., 2006) e em São Paulo (Campos & Seo, 2009; Grandin, 2009; Zanchetta, 2009).

A realização deste trabalho também se justifica como uma referência às organizações públicas e privadas, evidenciando que a gestão ambiental permeia diferentes áreas do conhecimento, especialmente pela diversidade de situações enfrentadas. Mostra que a ausência de planejamento na gestão de resíduos pode trazer consequências importantes não apenas para o meio ambiente, mas também para a continuidade dos negócios, sendo de grande importância a identificação, avaliação e gerenciamento de passivos ambientais.

Diante da necessidade de preservação ambiental, verifica-se cada vez mais o desenvolvimento de políticas públicas e o aprimoramento das demandas legais. Adicionalmente, a pressão dos grupos de

interesse tem ampliado as pressões as quais as organizações estão submetidas. Isso faz com que os gestores tenham que se preocupar com situações tais como a variedade de fontes de contaminação (Machemer, Hosick, & Ingamells, 2007; Wasay, 2001; Wasay, Parker, & Van Gel, 2001), destinação incorreta de lixo eletrônico (Nguyen et al., 2009), projetos de reciclagem mal gerenciados (Ali, 2002; Gutberlet & Baeder, 2008), processamento de lixo doméstico (Bahaa-Eldin, Yusoff, Rahim, Zuhairi, & Ghani, 2008), incineração inadequada (Muenhor et al., 2009; Rimmer et al., 2006) ou destinação imprópria de resíduos médicos ou de laboratórios de análise e pesquisa (Blenkharn, 2006; Huang & Lin, 2008; Nazar, Pordeus, & Werneck, 2005; Pedrozo & Philipi Jr., 2005; Silva, Hoppe, Ravanello, & Mello, 2005; Vieira et al., 2009).

A esses assuntos, soma-se a correta delimitação das áreas afetadas (Almeida, Centeno, Bisinoti, & Jardim, 2007; Araujo & Gunther, 2009; Davis, 2001; Olivette, 2003) e questões legais decorrentes (Alhumoud & Al-Kandari, 2008; Bond & Kennedy, 2000; Bond, Kinnard Jr., Kennedy, & Worzala, 2001; Jennings, 2008; Silva et al., 2003), incluindo a avaliação dos prejuízos acarretados aos proprietários de áreas próximas aos focos de contaminação (Bond et al., 2001; Phillips et al., 2007). A recuperação de áreas contaminadas também apresenta abordagens diferenciadas, conforme mostram os trabalhos sobre práticas de gestão de resíduos industriais com foco na sustentabilidade de recursos (Englande Jr., & Jin, 2006; Englande Jr., & Reimers, 2001), remoção de metais em áreas contaminadas (El-Batouti, 2005), análise de alternativas sustentáveis à incineração de lixo ou sua deposição em aterros (Pitt, 2005), escolha de áreas para aterros sanitários (El-Hoz, 2008), para citar alguns exemplos.

O caso aqui apresentado se insere nesse contexto, em que as questões ambientais deixaram de ser apenas afeitas às áreas mais técnicas e passaram a requerer a definição de uma estratégia ambiental para a organização, com a utilização de sistemas de gestão ambiental integrado a completo sistema de gestão organizacional. Mostra as consequências da falta de estratégia ambiental e de gestão adequada de resíduos industriais e todo o esforço empreendido para recuperação de áreas degradadas.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Buscando um melhor desenvolvimento deste trabalho, a revisão da literatura foi dividida em dois tópicos principais. O primeiro deles busca caracterizar questões ambientais relacionadas aos Poluentes Orgânicos Persistentes, descrevendo alguns casos clássicos disponíveis na literatura e suas consequências. O segundo tópico discorre sobre a gestão de resíduos industriais, integrada aos SGA. Esses dois tópicos são apresentados a seguir.

2.1 OS POLUENTES ORGÂNICOS PERSISTENTES

Os POPs são compostos orgânicos produzidos industrialmente e que resistem à decomposição ambiental, acumulando-se nos tecidos gordurosos, com graves efeitos para a saúde (Nakagawa, 2003; Ritter et al., 1995). Por serem também semivoláteis, eles podem ser transportados por longas distâncias pela atmosfera antes de se depositarem. Classificados como POPs encontram-se inseticidas, pesticidas e fungicidas, largamente utilizados durante vários anos. Em razão de sua elevada periculosidade, muitos países baniram esses produtos, o que não resolveu de todo o problema, pois esses compostos são altamente resistentes à degradação ambiental, fazendo com que os efeitos prejudiciais desses produtos sejam percebidos anos após a sua utilização.

Embora muitos POPs tenham sido banidos em diversos países, ainda verifica-se a produção de organoclorados como resíduos de processos industriais, requerendo a atenção permanente dos gestores ambientais. A indústria de papel e celulose, por exemplo, com a utilização de cloro no processo de branqueamento da polpa, é uma das que mais geram compostos organoclorados em seus efluentes. Embora esforços tenham sido empreendidos no desenvolvimento de processos alternativos de branqueamento, o impacto ambiental ainda é preocupante (Freire, Pelegrini, Kubota, & Duran, 2000).

Na literatura há vários casos de acidentes e incidentes envolvendo a produção, manuseio ou destinação incorreta de POPs, alguns dos quais são considerados como exemplos clássicos de problemas que essas substâncias podem causar. Na Turquia, na década de 1950, grãos de trigo tratados com o fungicida hexaclorobenzeno (HCB), para serem empregados como sementes, foram utilizados como alimento, contaminando milhares de pessoas (Melito, Rossetti, Parera, & Batlle, 2006; Vieira & Martins, 2006). Em 1976, na cidade de Seveso (Itália), a explosão de um reator de triclorofenol de uma indústria química liberou dioxinas, atingindo uma ampla área e afetando milhares de pessoas (Freitas, Porte, & Gomez, 1995; Ritter et al., 1995).

Outros exemplos do manuseio inadequado de POPs são frequentemente citados, como no caso do Love Canal (Niagara Falls, EUA) ou Cidade dos Meninos (Duque de Caxias, Brasil). Esses dois casos são detalhados a seguir, pois guardam semelhanças com o estudo de caso apresentado neste trabalho. Nesses casos houve a contaminação de solos e águas, fazendo com que os prejuízos ambientais se estendessem ao longo dos anos.

2.1.1 Love Canal

Em Niagara Falls, norte dos EUA, no fim do século XIX, o industrial William Love decidiu ligar os Lagos Erie e Ontário por um canal, que passaria a ser denominado de Love Canal. Em virtude da diferença de nível entre suas extremidades, no Love Canal surgiria uma corrente de água suficiente para movimentar turbinas e gerar energia elétrica. Como o projeto não logrou êxito, as escavações foram abandonadas. Em 1942, a Hooker Chemical and Plastic Company adquiriu a área da Niagara Power and Development Company, passando a utilizá-la como local para despejo de resíduos industriais, incluindo resíduos de pesticidas e de solventes. Foram depositadas mais de 20 mil toneladas de produtos químicos entre os anos de 1942 e 1953 (Fletcher, 2002).

Na década de 1950 a área foi sendo gradativamente urbanizada, incluindo a construção de uma escola, em cujo playground foram encontrados, posteriormente, resíduos industriais organoclorados. Com o avanço do processo de urbanização, começaram a surgir casos de crianças nascidas com deformidades e estudos indicaram aumento do número de abortos e de recém-nascidos de baixo peso. Durante a década de 1970, resíduos apareceram nos porões e nos quintais de diversas casas e, posteriormente, crianças apresentaram erupções cutâneas dolorosas (Fletcher, 2002; Formosinho et al., 2000; Phillips et al., 2007; Wentz, 1995).

Depois de longos e intensos debates sobre as responsabilidades e as medidas corretivas que deveriam ser adotadas, em 1978 iniciou-se um grande processo de remoção da população e limpeza da área. Esse trabalho estendeu-se até 1994, quando foi anunciado que a limpeza das casas condenadas no Love Canal havia sido concluída e que era seguro voltar para a área (Phillips et al., 2007).

Por causa de todo esse histórico, transcorrido ao longo de diversas décadas, Love Canal é tido como um caso clássico que demonstra os efeitos da ausência de preocupação com o manejo e gestão ambiental de resíduos, com grandes prejuízos ao meio ambiente e à população. Infelizmente, entretanto, casos similares têm sido verificados em outros locais e com repercussões diversas, mas sempre com prejuízos ao meio ambiente e à saúde das populações envolvidas

2.1.2 Cidade dos Meninos

Na década de 1950, na localidade denominada Cidade dos Meninos, no município de Duque de Caxias (Rio de Janeiro), foi implantada uma fábrica para a produção do hexaclorociclohexano (HCH, também conhecido como BHC) e outros pesticidas como o DDT, para controle dos triatomíneos transmissores da doença de Chagas (Mello, 1999). No início da década de 1960, a fábrica encerrou suas operações, com o remanescente de sua produção tendo sido armazenado a céu aberto em área com 13 mil m², anexa a uma de suas unidades.

Estima-se em 350 t a quantidade de HCH e outros produtos, depositados em contato direto com o solo e sem nenhuma proteção contra intempéries e águas pluviais. Em meados da década de 1990, foi feita uma tentativa de correção do problema, misturando óxido de cálcio (cal) aos resíduos químicos e ao solo por meio de processos mecânicos (Asmus et al., 2008; Oliveira, Bastos, Dias, Silva, & Moreira, 2003). A tentativa foi considerada malsucedida, levando as autoridades a adotarem medidas emergenciais, como cercamento da área contaminada, colocação de sinalização indicativa e retirada de moradores. Embora essas medidas tenham reduzido o fluxo de pessoas no local, elas não se mostraram totalmente eficazes para a redução da contaminação humana:

A constatação de solo contaminado em quintais de residências e as plantações de culturas de subsistência e de frutas, cultivadas na área, representam uma rota importante de introdução de contaminantes, via cadeia alimentar, para a população. Portanto, medidas de controle de consumo destes alimentos por parte da população devem ser adotadas para minimizar a contaminação humana (Oliveira et al., 2003, p. 452).

Análises efetuadas por Asmus et al. (2008) corroboraram essa proposição de Oliveira et al. (2003, p. 452), tendo constatado a contaminação por HCH e seus isômeros em ovos, leite e solo, DDT e seus metabólitos em ovos e solo. Verificou-se que as concentrações de HCH, DDT, triclorobenzeno, triclorofenóis e dioxinas excederam os limites considerados admissíveis no solo, com grande risco para a população local (Asmus et al., 2008).

A contaminação de alimentos, como ovos e leite, por HCH e seus isômeros acaba por reintroduzir os organoclorados na população local, contaminando pessoas ainda não afetadas e aumentando a concentração nos tecidos daquelas já afetadas. Asmus et al. (2008) lembra que os compostos organoclorados encontrados em Cidade dos Meninos são altamente solúveis em gorduras, o que facilita a sua absorção pelo organismo humano.

2.1.3 Outras Ocorrências

Os exemplos do Love Canal e da Cidade dos Meninos mostram a dimensão que pode atingir a contaminação de áreas por resíduos industriais descartados indevidamente. Embora as ocorrências mencionadas sejam emblemáticas, infelizmente elas não são as únicas. Outros episódios expõem uma diversidade de situações que levam à contaminação dos solos e das águas, com prejuízos ao meio ambiente e à saúde pública. São exemplos que mostram como as áreas urbanas podem ser afetadas pela má gestão de operações com produtos químicos.

Na cidade de São Paulo, no bairro de Vila Carioca, por exemplo, uma área de aproximadamente 180 mil m² foi contaminada pela Shell por benzeno, tolueno, xileno, etilbenzeno, metais tóxicos e Poluentes Orgânicos Persistentes (aldrin, dieldrin e isodrin), com o comprometimento do lençol freático. A empresa foi multada pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) que determinou que procedimentos fossem adotados para a delimitação da pluma de contaminação e tratamento da água (Almeida et al., 2007; Araujo & Gunther, 2009).

Em 2001, a Esso informou à CETESB que uma área, com aproximadamente 100 mil m², que ela utilizou para a distribuição de combustíveis e derivados de petróleo, estava contaminada com borras de óleo, gasolina e óleo diesel e iniciou os processos de recuperação (Moradores da Mooca e V. Prudente ouvem CETESB sobre área da Esso, 2003).

Outro exemplo de contaminação dos solos e das águas é verificado no bairro de Jurubatuba (São Paulo), onde a Gillette do Brasil adquiriu da empresa Duracell uma área para uso industrial. Supondo que a área pudesse estar contaminada, em 2001 a Gillette procurou a CETESB e uma investigação foi iniciada (Campos & Seo, 2009). Foi constatada a contaminação do lençol freático da área, com a presença de solventes clorados. Diante da perspectiva de que áreas vizinhas tivessem sido afetadas, foi feita uma comunicação ao Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE) e à Vigilância Sanitária Estadual. Isso fez com que empresas ou consumidores domésticos que captavam água subterrânea na área afetada, por meio de poços tubulares profundos, fossem notificados. Poços contaminados foram lacrados e outros passaram a ser monitorados. Mesmo assim, existe a possibilidade de que a captação de água subterrânea continue a ser realizada com a utilização de poços tubulares não cadastrados no DAEE.

Os exemplos anteriores ajudam a evidenciar os problemas gerados pela má gestão de resíduos e de operações industriais, levando à contaminação de solos e águas e causando prejuízos diversos à saúde pública. Infelizmente, com o desenvolvimento industrial ocorrendo durante vários anos sem a assistência de leis e normas específicas e sem o suporte de um sistema de gestão ambiental, houve a geração de passivos ambientais que até hoje causam problemas diversos, conforme evidenciado no estudo de caso aqui apresentado.

2.2 A GESTÃO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS

A definição de uma estratégia ambiental é uma questão importante para uma organização, tendo em vista que o crescimento da consciência sobre a necessidade de preservação ambiental, o

desenvolvimento de políticas públicas, o aprimoramento da legislação e a pressão dos grupos de interesse têm ampliado as demandas as quais as empresas estão sujeitas.

Estudo desenvolvido por Lee e Rhee (2007) classificou as empresas em quatro tipos básicos relacionados à definição de uma estratégia ambiental: *i*) proativa; *ii*) oportunista; *iii*) focada e *iv*) reativa. As empresas proativas levam em conta as questões ambientais em todas as áreas de gestão, implantando as mais avançadas práticas ambientais. Aquelas classificadas como oportunistas têm preocupações ambientais em todas as áreas de decisão, mas não se dedicam ao nível mais avançado de gestão ambiental em todas essas áreas. As empresas focadas, por sua vez, preocupam-se apenas com áreas decisórias específicas, mas alocam muitos recursos nessas áreas, resultando em um alto nível de gestão ambiental. Por fim, nas empresas reativas as questões ambientais são geralmente ignoradas pelas áreas decisórias, apresentando um baixo nível de capacidade de resposta a essas demandas (Lee & Rhee, 2007).

Uma vez definida uma estratégia ambiental, é necessária a utilização de um SGA para cuidar de sua correta consecução. Um SGA é parte de um completo sistema de gestão organizacional que inclui o planejamento de atividades, atribuição de responsabilidades, especificação de procedimentos, análise de processos e recursos para o desenvolvimento, implementação, execução, revisão e manutenção de políticas ambientais (Pun, Hui, Lau, Law, & Lewis, 2002; Pun, Hui, & Lee, 2001). Em um SGA, é importante considerar que cada empresa tem o seu próprio perfil e que o uso de abordagens do tipo *cookbook*, embora possa ser incentivado por empresas de consultoria ou ONGs, deve ser ponderado em virtude das necessidades específicas de cada organização e das pressões as quais elas estão sujeitas (Maxwell, Rothenberg, Briscoe, & Marcus, 1997).

Duas abordagens diferentes podem ser adotadas na especificação de padrões para um SGA (Pun et. al., 2002). A primeira delas está relacionada a uma adaptação de normas de qualidade, tais como ISO 9000, QS 9000 e SA 8000, incorporando práticas ambientais. A segunda alternativa é a adoção de normas especificamente desenvolvidas para a gestão ambiental, como a ISO 14000. Para a implantação de um SGA, Pun et. al, (2002) propõem cinco estágios: *i*) formulação de estratégias ambientais; *ii*) identificação de barreiras e oportunidades no desenvolvimento de um SGA; *iii*) especificação e desenho da infraestrutura organizacional; *iv*) desenvolvimento e implantação do SGA propriamente dito e *v*) avaliação dos impactos competitivos do SGA.

A gestão de resíduos é um dos aspectos abrangidos por um SGA, sendo possível sintetizar três regras gerais para o correto gerenciamento de resíduos industriais (Papp, 1996; Viterbo Jr., 1998): *i*) rever os processos industriais buscando inovações que levem à redução dos resíduos e subprodutos; *ii*) valorizar os subprodutos, verificando a possibilidade de sua utilização em outros processos ou como

matéria-prima por outras indústrias; *iii*) após a máxima redução e/ou uso em outros processos (preconizadas pelas regras *i* e *ii*), os resíduos devem ser objeto de tratamento que reduza ou elimine sua periculosidade ou promova destinação segura. Para isso, Viterbo Jr. (1998) menciona as seguintes possibilidades: *i*) disposição em aterro industrial; *ii*) incineração; *iii*) coprocessamento (processo em que os resíduos são calcinados em fornos de cimento, passando a fazer parte desse produto); *iv*) landfarming (processo em que os resíduos são depositados em camadas no solo para que sejam degradados por bactérias e micro-organismos diversos).

Vale notar que o conjunto dessas indicações propõe, em um primeiro momento, a adoção de processos que levem à redução dos resíduos gerados. Essa redução pode levar à diminuição dos custos produtivos, tendo em vista que uma quantidade maior de resíduos pode estar relacionada ao desperdício de matérias-primas ou a processos industriais ineficientes. Côrtes (2010) relaciona exemplos de indústrias instaladas no Brasil e que, a partir de inovações em processos produtivos, conseguiram reduzir a produção de resíduos ou promover a reutilização de efluentes em processos industriais, obtendo uma diminuição significativa de custos, além de reduzir os investimentos destinados à resolução de problemas ambientais.

As repercussões positivas da boa performance ambiental para as finanças das empresas também foram observadas por Molina-Azorín, Claver-Cortés, López-Gamero, & Tari (2009). Ao analisarem 32 estudos, esses autores verificaram que o impacto da gestão ambiental sobre o desempenho financeiro pode não ser imediato, embora ele seja verificado, pois foi constatado um predomínio de correlações positivas entre o desempenho financeiro e ambiental. O estudo empreendido, de certa forma, contraria a avaliação de Lee & Rhee (2007), efetuada em empresas coreanas, que não encontraram fortes correlações entre a estratégia ambiental, desempenho ambiental e performance financeira, embora eles não refutem a existência dessas relações.

Dahlmann, Brammer e Millington (2008), investigando empresas britânicas, constataram que, embora as empresas apreciem as questões ambientais, as ações nessa área são balizadas pela redução de custos, especialmente quando envolvem o consumo de energia e gestão de resíduos. Os autores também destacam o papel da legislação, pois as práticas da gestão ambiental são geralmente voltadas para atender aspectos legais. A partir dos estudos de Côrtes (2010), Molina-Azorín et al. (2009) e Dahlmann et al. (2008) mostrando a redução de custos e a melhor performance financeira associadas a iniciativas ambientais, é possível considerar que outras empresas busquem desenvolver iniciativas similares.

3 METODOLOGIA DA PESQUISA

A presente pesquisa foi desenvolvida na forma de um estudo de caso, por ser considerado representativo de um conjunto de ocorrências análogas (Severino, 2007), investigando “um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos” (Yin, 2001, p. 32).

Appolinário (2004) pondera que, apesar da existência de uma pressuposição de que o **sujeito** analisado (pessoa, empresa, cidade ou evento, por exemplo) seja considerado típico, nem sempre os resultados podem ser generalizados. Isso é especialmente verdade quando se trata da disposição indevida de resíduos industriais, pois embora os aspectos mecânicos da contaminação dos solos e águas sejam facilmente caracterizáveis e comparáveis a ocorrências similares, os impactos ambientais decorrentes e as soluções desenvolvidas acabam sendo específicos, pois levam em consideração particularidades relacionadas à composição físico-química e biológica dos solos e ação específica de contaminantes. Mesmo assim, é necessário considerar que o estudo de caso permite uma imersão integral no problema, viabilizando maior profundidade do pesquisador na realidade analisada (Appolinário, 2004; Lima, 2008).

Tendo como base esses pressupostos e considerações, esta pesquisa analisou a disposição de resíduos industriais organoclorados pela empresa Clorogil S.A., durante parte dos anos 1960 e pelo menos parte da década de 1970, ao longo do litoral do Estado de São Paulo, sem nenhum controle ou preocupação ambiental. Posteriormente, a Clorogil S.A. teve o seu controle transferido para a Rhodia S.A. que assumiu todo o passivo ambiental até então desconhecido na época. Durante a década de 1980, a Rhodia e a CETESB foram denunciadas pelo Ministério Público do Estado de São Paulo por causa da disposição irregular de resíduos industriais organoclorados no litoral paulista. Ações trabalhistas também foram empreendidas contra a Rhodia S.A. pela contaminação de operários. Tudo isso fez com que o problema ganhasse espaço relevante na mídia durante a segunda metade da década de 1980 e, em especial, durante os anos 1990.

As ações na justiça e a repercussão nos meios de comunicação geraram uma grande quantidade de documentos públicos, na forma de processos que tramitaram na justiça e relatórios que foram submetidos à CETESB em projetos de identificação e recuperação de áreas contaminadas. O presente estudo foi viabilizado a partir da análise de documentos armazenados em uma base proprietária de dados e informações, denominada BASGEO, tendo sido desenvolvida para a Rhodia especialmente para facilitar a gestão de informações nos processos envolvendo as áreas contaminadas no litoral do Estado de São Paulo. Constam dessa base documentos caracterizados como fontes primárias de

informações, tais como boletins de análises químicas das áreas contaminadas, relatórios internos sobre a caracterização dos depósitos e projetos de recuperação. Também estão incluídos na BASGEO pareceres oficiais dos órgãos fiscalizadores, documentos judiciais, autos de infração, atas de reuniões internas e externas, relatórios e pareceres de empresas de consultoria, dentre outros. Na BASGEO estão disponíveis mais de 3 mil páginas de documentos, constituindo um importante acervo sobre as áreas contaminadas discutidas neste estudo.

Com a análise desses documentos, buscou-se atender ao objetivo geral da pesquisa que foi compreender o histórico da disposição irregular de resíduos industriais organoclorados no litoral do Estado de São Paulo, verificando os problemas ambientais decorrentes dela. Como uma consequência desse objetivo geral, dois objetivos específicos nortearam o desenvolvimento desta pesquisa:

i) Uma vez que não havia nenhum controle ou registro da maioria das áreas utilizadas como depósito irregular, um primeiro objetivo específico é verificar a metodologia utilizada para identificar e caracterizar esses depósitos anos após a sua utilização.

ii) Após a caracterização dos depósitos, analisar e discutir as alternativas para recuperação das áreas contaminadas.

4 A DISPOSIÇÃO DE POLUENTES ORGÂNICOS PERSISTENTES NO LITORAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

Conforme detalhado a seguir, a deposição de resíduos organoclorados, provenientes das atividades industriais da Clorogil S.A. foi resultado da ausência de uma política ambiental por parte da empresa. Conseqüentemente, não foi utilizado um Sistema de Gestão Ambiental para um planejamento de atividades, atribuição de responsabilidades, especificação de procedimentos e análise de processos.

A falta de uma política ambiental, facilitada pela ausência de legislação específica que balizasse as ações mínimas que deveriam ser executadas pela empresa (Dahlmann et al., 2008), fez com que a gestão de resíduos se resumisse, durante alguns anos, em descartar, preferencialmente o mais longe possível da fábrica, os subprodutos dos processos industriais. Alternativamente, parte dos resíduos também foi armazenada na própria fábrica, sem maior preocupação com a segurança ambiental, levando ao seu fechamento em 1993.

A análise dos documentos não evidencia nenhuma tentativa de rever processos em busca de redução dos resíduos, valorização dos subprodutos, tratamento para redução da periculosidade e,

finalmente, destinação segura (Papp, 1996; Viterbo Jr., 1998). Também não houve a busca por melhor performance financeira a partir de ações ambientais (Molina-Azorín et al., 2009)

A estratégia adotada pode ser considerada reativa (Lee & Rhee, 2007), pois na empresa as questões ambientais eram ignoradas pelas áreas decisórias. A empresa somente começou a delinear uma resposta quando acionada pela justiça na década de 1980, evidenciando a importância dos aspectos regulatórios (Dahlmann et al., 2008; Lee & Rhee, 2007).

4.1 BREVE HISTÓRICO

A Clorogil S.A. Indústrias Químicas foi fundada em 1965, tendo como acionistas a Carbocloro S.A. e a Progil S.A., ambas com 50% das ações. Seu principal produto era o pesticida pentaclorofenol que, por ser considerado um Poluente Orgânico Persistente (POP) altamente prejudicial à saúde humana, acabou sendo banido em diversos países.

A partir de meados da década de 1960 e durante pelo menos parte da década de 1970, áreas localizadas no litoral do Estado de São Paulo, nos municípios de Santos, São Vicente, Cubatão, Praia Grande e Itanhaém, receberam resíduos industriais organoclorados gerados pela Clorogil S.A., sem nenhum tipo de controle ou monitoramento ambiental. Essa disposição irregular, estimada em 12 mil toneladas, contaminou o solo e as águas subterrâneas, prejudicando as populações localizadas nas áreas utilizadas como depósitos e no seu entorno, além de operários da própria empresa (Almeida et al., 2007; Faria, Almeida, & Zanetta, 1999; Nakagawa, 2003; Silva, Barreto, Inomata, & Lemes, 2001; United Nations Environment Programme [Unep], 2002).

Em 1976, a Clorogil S.A. teve o seu controle transferido para a Rhodia S.A., que herdou um grande passivo ambiental constituído pelas áreas contaminadas. Na década de 1980, a Rhodia S.A. e a CETESB foram denunciadas pelo Ministério Público do Estado de São Paulo por causa da disposição irregular de resíduos industriais organoclorados. Adicionalmente, ações trabalhistas foram empreendidas contra a Rhodia pela contaminação de operários da Clorogil. Nessa mesma época, crescia a repercussão do problema na mídia e aumentavam as pressões da sociedade civil organizada sobre a empresa (Couto, 2003; Magalhães, 2006; Silva et al., 2001).

Para melhor entendimento da extensão do problema, as áreas contaminadas foram agrupadas em três grandes regiões, além do terreno ocupado pela planta industrial da Rhodia/Clorogil. Cada uma delas é apresentada a seguir, possuindo características próprias que precisam ser analisadas separadamente, uma vez que podem potencializar os problemas ambientais decorrentes da deposição irregular de resíduos organoclorados.

4.1.1 Disposição no Litoral Sul

Ao longo do litoral sul do Estado de São Paulo, o procedimento utilizado para descarte dos resíduos industriais contemplava o uso de áreas com as seguintes características: *i)* apresentar facilidade de acesso a caminhões ou outros veículos pesados; *ii)* estar longe de núcleos urbanos, evitando que essas atividades pudessem levantar alguma suspeição; *iii)* não apresentar vegetação de grande porte, facilitando a circulação de caminhões e a disposição dos resíduos. A existência dessas condições permitiria efetuar o descarte dos resíduos com facilidade, sem levantar suspeitas sobre essa atividade. Conforme será discutido no item 4.2. – Identificação e Delimitação de Áreas Contaminadas –, as características mencionadas foram utilizadas no processo de identificação de áreas que poderiam ter recebido esses resíduos, determinando a execução de trabalhos de prospecção geoquímica no campo.

Alguns dos locais que possuíam essas características e receberam resíduos organoclorados estão localizados na região de Samaritá, no município de São Vicente, próximos à Rodovia Padre Manoel da Nóbrega, em local denominado Quarentenário, próximo ao Rio Branco, e nos quilômetros 67 e 69 dessa rodovia, próximo ao Rio Mariana (Silva, 2007). Sobre a disposição de resíduos próximos a cursos d'água, convém verificar o trabalho de Santos Filho et al. (1993), que estudaram concentrações sanguíneas de organoclorados em 242 crianças residentes em seis bairros situados às margens dos principais rios do município de Cubatão. Desse total, 73 crianças (30%) apresentaram resultados compatíveis com maior exposição a organoclorados.

Outra área utilizada fica próxima à estrada do Rio Preto, em um local denominado de Sítio do Coca, no município de Itanhaém, a 80 km da fábrica da Rhodia/Clorogil. Três outros depósitos foram encontrados às margens dessa mesma estrada. Nesses locais, especificamente, os resíduos teriam sido doados como fertilizantes para as plantações da região. Segundo Silva (2007, p. 72), no local denominado de Sítio do Coca “Na época do verão as chuvas provocavam o alagamento do terreno e a dispersão de resíduos para os rios e poços”.

Embora a disposição de resíduos no litoral sul do estado tenha geralmente ocorrido em áreas não ocupadas, isso não reduz o problema ambiental, pois as substâncias descartadas sofrem a ação direta das águas pluviais, provocando a dispersão de contaminantes para as águas subterrâneas e rios. Isso amplia o número de pessoas que podem ser contaminadas pelos compostos organoclorados, diante da possibilidade de dispersão ambiental dessas substâncias.

Outro problema verificado é que, por tratar-se de um descarte irregular de resíduos, não houve nenhum registro das áreas utilizadas para esse fim. Isso demandou a utilização de metodologia

específica para prospectar possíveis depósitos, conforme relatado no item 4.2. – Identificação e Delimitação de Áreas Contaminadas.

4.1.2 Lixão dos Pilões

Na região dos Pilões, município de Cubatão, em área localizada próxima ao trecho inicial da pista ascendente da Rodovia dos Imigrantes (que liga o litoral paulista à capital do estado), encontra-se um antigo depósito clandestino de lixo residencial e industrial, conhecido informalmente como Lixão dos Pilões. Nesse local, a disposição irregular de resíduos domésticos e industriais teve início nos anos 1960 e se estendeu pelo menos até o fim da década seguinte. Ao mesmo tempo em que ocorriam as deposições, a área foi sendo ocupada, movimento que foi intensificado após a construção da pista ascendente da Rodovia dos Imigrantes na década de 1970. Os alojamentos utilizados pelos operários ficavam próximos ao Lixão dos Pilões e, com o término das obras, foram abandonados. Isso facilitou a ocupação da área, com os alojamentos servindo de moradia para novas famílias, o que demonstra a inexistência na época de maiores preocupações com a saúde ambiental tanto dos órgãos públicos como das empresas encarregadas da obra, pois criaram condições para que o entorno de um depósito de lixo fosse ocupado.

É necessário salientar que essa obra foi realizada antes da Resolução do CONAMA 01/86 que determina a obrigatoriedade de elaboração de Estudo de Impacto Ambiental nos casos de construção de estradas de rodagem com duas ou mais faixas de rolamento. Os estudos devem abordar aspectos sobre a dinâmica populacional das áreas de influência direta e indireta da obra, assim como das populações do entorno. Também devem ser avaliados o uso e a ocupação do solo das áreas potencialmente afetadas pelas ações que serão desenvolvidas, tanto na fase de instalação quanto na fase de operação.

Em virtude da presença de POPs no Lixão dos Pilões, nos processos judiciais originados pela disposição irregular de rejeitos industriais, a Rhodia foi uma das principais empresas acionadas. Constatou-se, também, a presença de resíduos gerados por outras indústrias, fazendo com que a Rhodia procurasse apoio na Confederação das Indústrias do Estado de São Paulo (CIESP), buscando conjugar esforços para a recuperação desse depósito.

Mesmo após a desativação desse depósito clandestino, a área continuou sendo ocupada, motivando a realização de pesquisa desenvolvida por Santos Filho et al. (2003) sobre os efeitos da contaminação por organoclorados nessa população. Foram estudadas 238 pessoas residentes na área ocupada por esse depósito e no seu entorno, analisando as concentrações de organoclorados

(hexaclorobenzeno, hexaclorociclohexano, DDT, aldrin, dieldrin, endrin, dentre outros). A população de controle foi constituída por 258 pessoas residentes no município de Cubatão.

O estudo realizado por Santos Filho et al. (2003) mostra que, entre os residentes na área do Lixão dos Pilões, a concentração média de HCB no sangue foi de 4,66 µg/L, 155 vezes maior do que a média da população de controle (0,03 µg/L). Para o DDT, os teores médios entre os moradores dos Pilões foi de 3,71 µg/L, duas vezes maior do que a média encontrada para a população de controle (1,85 µg/L). Situação similar foi encontrada para o hexaclorociclohexano, com a população dos Pilões apresentando concentração média seis vezes superior à da população de controle (0,84 µg/L contra 0,13 µg/L).

Essa área apresenta uma situação diversa daquela verificada nos depósitos localizados na porção sul do litoral do Estado de São Paulo. A disponibilidade de alojamentos, que passaram a ser utilizados como moradia, fez com que ocorresse uma exposição de maior número de pessoas. A presença de contaminantes diversos, descartados por outras indústrias do município de Cubatão, ampliava o problema ambiental, ao mesmo tempo em que criava uma situação jurídica mais complexa, pois não seria possível responsabilizar apenas uma única empresa.

4.1.3 Parque do Perequê

Outra área que recebeu resíduos industriais organoclorados no município de Cubatão foi o Parque do Perequê (Magalhães, 2006), localizado na margem direita de um rio com o mesmo nome e que desce da Serra do Mar em direção ao litoral. Em novembro de 1989, durante os trabalhos de terraplenagem para ampliação desse parque, foi encontrado um depósito de produtos organoclorados. A área foi interditada e o Ministério Público do Estado de São Paulo promoveu uma Ação Cautelar contra a Rhodia, responsabilizada pela disposição irregular. Em abril de 1990, a empresa removeu os resíduos e solos contaminados desse depósito, o qual foi cercado e passou a ser monitorado.

Como esse depósito era mais restrito, sua delimitação acabou sendo facilitada, permitindo melhor desenvolvimento dos trabalhos de remoção dos resíduos e monitoramento do entorno. Embora a área não fosse ocupada, isso não reduz o problema ambiental, uma vez que ela se localizava ao lado do Rio Perequê, facilitando a dispersão ambiental de poluentes.

4.1.4 Planta Industrial da Rhodia/Clorogil

Parte dos resíduos também foi estocada na área ocupada pela fábrica da Rhodia/Clorogil, com o material ficando exposto às intempéries. Isso acabou gerando problemas ambientais diversos, como a

contaminação de solos e águas subterrâneas e grande exposição de trabalhadores. Essa situação foi determinante para o fechamento dessa planta industrial pela justiça em 1993.

4.2 IDENTIFICAÇÃO E DELIMITAÇÃO DE ÁREAS CONTAMINADAS

Todos esses eventos demandaram o início de um processo de identificação e delimitação das áreas contaminadas por POPs no litoral do Estado de São Paulo para posterior recuperação ambiental. Em alguns locais a presença de contaminantes já era conhecida, como no Lixão dos Pilões, no Parque do Perequê e no terreno da fábrica da Rhodia/Clorogil. Mesmo assim, era necessário verificar a extensão das áreas comprometidas e os teores dos contaminantes.

Acreditava-se, porém, que outras áreas poderiam ter sido utilizadas pela Clorogil S.A. para a disposição irregular de resíduos, pois já no início da década de 1990 sabia-se da existência de contaminantes em Itanhaém, no local denominado Sítio do Coca, distante 80 km da fábrica, conforme mencionado no item 4.1.1 – Disposição no Litoral Sul. Como o transporte de resíduos havia se estendido pelo menos até essa distância, seria presumível considerar que não apenas as áreas mais próximas à fábrica teriam sido utilizadas para esse fim.

Tendo em vista a amplitude da região potencialmente utilizada para disposição de resíduos, foram concebidos três grandes projetos pela Rhodia, além de ações mais específicas, buscando a identificação, quantificação e delimitação das áreas contaminadas. Inicialmente, foram investigadas as regiões do Lixão dos Pilões e do Parque do Perequê, localizadas no município de Cubatão. Posteriormente, foi desenvolvido um amplo estudo denominado de **Projeto Baixada Santista**, que procurou identificar e delimitar outras áreas contaminadas por POPs, investigando aproximadamente 2.600 km² ao longo do litoral centro-sul do Estado de São Paulo.

Com o objetivo de verificar se ainda existiam compostos organoclorados na área do Parque do Perequê foi realizada uma perícia ambiental. Ela indicou que os pontos contaminados remanescentes concentravam-se na margem direita do rio, entre a vertente da Serra do Mar e a estação de transformação e transmissão da Eletropaulo (companhia distribuidora de energia elétrica). Concluiu-se que essa área deveria ser investigada com maior detalhe por meio da amostragem e análises de solos, águas superficiais e águas subterrâneas. Quanto ao Lixão dos Pilões, a Rhodia procurou auxílio da CIESP, tendo em vista a existência de resíduos descartados por outras indústrias de Cubatão.

Além das áreas do Parque do Perequê e do Lixão dos Pilões, havia a possibilidade de que a disposição de organoclorados tivesse sido efetuada em outras áreas ao longo do litoral sul do Estado de São Paulo. Isso levou à concepção de uma metodologia que permitisse identificar regiões

potencialmente contaminadas e que seriam investigadas por equipes de campo. Resumidamente, essa metodologia consistia na análise de sequências históricas de fotografias aéreas, obtidas nas décadas de 1960 e 1970, selecionando áreas que apresentassem as condições mencionadas no item 4.1.1 –

Disposição no Litoral Sul (a saber: facilidade de acesso a veículos pesados, distância de núcleos urbanos, ausência de vegetação de grande porte). Ao encontrar áreas com essas características em um determinado conjunto de fotografias aéreas, verificava-se a sua evolução em imagens obtidas em anos posteriores, buscando indícios de movimentação de solo ou disposição de materiais. Em caso afirmativo, uma equipe de campo era deslocada até a área para a retirada de amostras de solo com trado manual, seguindo uma malha de amostragem geoquímica. Essas amostras eram enviadas para análise em laboratório em busca de organoclorados.

Como resultado da aplicação dessa metodologia, verificou-se que, em alguns casos, o descarte de material tóxico foi feito em portos de areia desativados, que foram áreas anteriormente utilizadas para a extração de areia para a construção civil. Nesses casos, a partir de fotografias aéreas tiradas em anos diferentes, era possível notar a evolução da área. Após um período de extração de areia, com a formação de uma cava, verifica-se a interrupção da atividade. Alguns anos depois, poderia ocorrer o preenchimento dessa mesma cava com algum tipo de material, o que levantava a suspeita sobre a disposição irregular de resíduos industriais. Diante dessa suspeita, uma equipe de campo era enviada para o local, amostras do solo eram retiradas e analisadas em laboratório. Esse trabalho foi desenvolvido a partir de 1993 pela Rhodia ao longo do litoral sul do Estado de São Paulo com o nome de **Projeto Baixada Santista**. No total, foram analisados 2.600 km², desde o município de Bertioga, na porção central do litoral do Estado de São Paulo, até Peruíbe ao sul.

Sumarizando as ações desenvolvidas, verifica-se que, em setembro de 1993, a Rhodia elaborou o **Plano para Qualificação, Quantificação, Dimensionamento e Definição de Origem dos Produtos Químicos** lançados nas áreas sob suspeita. Em 1994, foi apresentada à CETESB uma proposta global de avaliação de impacto e recuperação ambiental de 11 áreas na Baixada Santista contaminadas por organoclorados. No segundo semestre de 1996, a Rhodia apresentou à 3ª vara Cível da Comarca de Cubatão uma proposta para investigação hidrogeológica e geoquímica complementar e um plano de recuperação ambiental do Parque do Perequê. Nas áreas do Lixão dos Pilões e Parque do Perequê, a delimitação das áreas foi facilitada por causa de indicações que apontavam para a existência de organoclorados, tornando mais objetivas as ações de recuperação dos locais contaminados. Para a região sul do litoral do Estado de São Paulo, foram necessários o desenvolvimento e a aplicação de uma metodologia específica, utilizando fotografias aéreas, prospectando áreas potencialmente contaminadas. Amostras de solo dessas áreas foram processadas em laboratório para verificar a

presença de organoclorados. Uma vez determinadas e caracterizadas as áreas utilizadas para disposição de resíduos industriais organoclorados, foram verificadas algumas alternativas para a recuperação dessas áreas, conforme discutido a seguir.

4.3 POSSIBILIDADES DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS CONTAMINADAS

A contaminação ambiental é resultante, em muitos casos, da atividade industrial, seja pelo transporte e disposição inadequada de matérias-primas e insumos, seja pela ineficiência de processos resultando em aumento da geração de resíduos (Freire et al., 2000). Com o aprimoramento da legislação ambiental e da fiscalização das empresas, a contaminação não apresenta apenas repercussão ambiental, mas pode até mesmo impactar na continuidade dos negócios em virtude do estabelecimento de passivos ambientais e das obrigações decorrentes dele. Isso demanda uma atenção especial dos gestores, pois as questões ambientais assumem cada vez mais aspectos multidisciplinares, não se restringindo apenas às áreas técnicas. Como alguns processos industriais ainda geram subprodutos ou resíduos organoclorados, pesquisas têm sido desenvolvidas para reduzir a produção desses poluentes. Também são significativos os esforços para tratamento de mineralização de resíduos (Freire et al., 2000).

Cunha, Ruiz, e Teixeira (2010) lembram que os impactos ambientais intrínsecos aos locais contaminados, bem como análise de risco, cronograma e os custos do tratamento têm sido utilizados como fatores de decisão para a remediação de área contaminada. Eles lembram que, embora as tecnologias de remediação possam resolver questões de saúde pública e ambiental, elas também podem gerar externalidades ambientais negativas. Os autores consideram que as potenciais repercussões, tanto positivas quanto negativas, sobre a saúde humana e o meio ambiente, devem ser consideradas na seleção de um processo ou tecnologia de recuperação.

Foram verificadas algumas possibilidades para a recuperação das áreas contaminadas por resíduos organoclorados. Embora alguns métodos sejam potencialmente mais eficientes do ponto de vista ambiental, nem sempre sua aplicação é fácil, pois é necessário considerar as condições existentes, como a composição do solo e as características hidrológicas. A seguir são apresentadas e analisadas as seguintes alternativas: incineração dos solos contaminados, lixiviação, biorremediação e fitorremediação.

4.3.1 Incineração dos Solos Contaminados

Para recuperação das áreas contaminadas, inicialmente pensou-se na remoção de solos e sua incineração, buscando com isso neutralizar os organoclorados existentes e transformando-os em material inerte. A Rhodia construiu um incinerador na unidade utilizada para a produção de pentaclorofenol, em Cubatão, mas teve de abandonar essa alternativa quando foi determinado o fechamento dessa fábrica pela justiça em 1993. Mesmo durante o período em que a incineração de solos contaminados foi efetuada, não havia consenso sobre a eficácia desse procedimento, pois ele poderia gerar os seguintes problemas:

a) A remoção de solos com organoclorados poderia expor à contaminação camadas de solo até então não afetadas, podendo ampliar a contaminação do lençol freático, gerando externalidades (Cunha et al., 2010).

b) O transporte de solos contaminados até o incinerador, quando não efetuado com muito cuidado, poderia servir como elemento de dispersão dos organoclorados no meio ambiente, possibilidade essa referendada por Nakagawa (2003) que lembra que o HCB pode ser volatilizado em níveis significativos, tornando possível seu transporte atmosférico.

c) A incineração poderia gerar dioxinas, que são compostos altamente tóxicos “... formados como subproduto não intencional de vários processos envolvendo o cloro ou substâncias e/ou materiais que o contenham...” sendo produzidos, por exemplo, quando da incineração de pentaclorofenóis (Assunção & Pesquero, 1999, p. 524), que era o principal produto da fábrica da Rhodia.

Com o fechamento judicial da fábrica da Rhodia, o solo contaminado que havia sido removido para posterior incineração ficou estocado em uma área denominada de estação de espera, aguardando uma solução para o seu processamento.

4.3.2 Lixiviação

Com o fechamento judicial da fábrica da Rhodia, a alternativa da incineração foi descontinuada. Optou-se, então, pela tentativa de recuperação *in situ* dos solos contaminados utilizando um processo de lixiviação. Nesse processo, água é injetada no solo contaminado por meio de poços tubulares localizados a montante da área. Essa mesma água é recuperada a jusante, também utilizando poços tubulares, sendo em seguida tratada para eliminação de organoclorados (Figura 1). Após esse tratamento, essa mesma água pode ser reaproveitada no processo de lixiviação.

Há que se considerar que, embora a lixiviação seja uma alternativa para a redução dos níveis de contaminantes, pois constitui-se em um processo de **lavagem** dos solos afetados, nem sempre ela é considerada totalmente eficaz. Para os organoclorados, a presença de matéria orgânica no solo e os seus níveis de pH podem interferir na remoção dos contaminantes, alterando a mobilidade dessas substâncias e sua retirada dos solos contaminados (Nakagawa, 2003; Ribeiro, Lourencetti, Pereira, & Marchi, 2007).

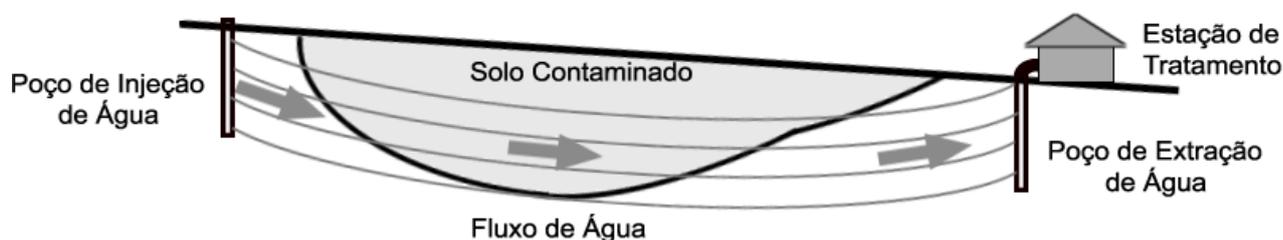


Figura 1 – Esquema básico do processo de lixiviação do solo para retirada de contaminantes.
 Fonte: Elaborado pelos autores.

4.3.3 Biorremediação e Fitorremediação

A biorremediação é uma alternativa que pode ser considerada para a degradação de organoclorados em solos contaminados. Segundo Litchfield (2005), ela consiste em qualquer transformação ou remoção de contaminantes do meio ambiente pela ação de diferentes organismos, sobretudo por micro-organismos, agindo de maneira individual ou associada. É possível caracterizar alguns tipos diferentes de biorremediação, como a *in situ* ou a efetuada em biorreatores, os quais permitem melhor controle do processo de recuperação.

Na biorremediação *in situ*, uma primeira possibilidade consiste em monitorar os solos para verificar se a pluma de contaminantes está sendo eliminada pela ação de micro-organismos autóctones e não pela simples diluição dos poluentes no solo. A técnica da biorremediação *in situ* também pode ser utilizada por meio do estímulo ao crescimento de micro-organismos alóctones que possam contribuir para o processo de degradação dos contaminantes (Silva, 2009).

Para verificar a viabilidade da biorremediação, retiram-se amostras do solo da área contaminada e, em condições laboratoriais controladas, procura-se estimular a atividade microbiana pela adição de compostos orgânicos, substâncias químicas ou modificação das condições físicas (como alteração da quantidade de água no solo). São verificadas algumas possibilidades que possam ser

reproduzidas na área contaminada. Caso ocorra um aumento da atividade microbiana, analisa-se se ela repercute na degradação dos contaminantes (Nakagawa, 2003).

Nakagawa e Andrea (2006), trabalhando com amostras cedidas pela Rhodia S.A. e coletadas na estação de espera (mencionada no item 4.3.1 – Incineração dos Solos Contaminados), analisaram possíveis incrementos da atividade microbiana em solos contaminados por hexaclorobenzeno. Foram contempladas três situações distintas: *i*) adição de fontes de matéria orgânica; *ii*) adição de cal; *iii*) alagamento das amostras de solo. Segundo as autoras, houve um aumento da atividade microbiana apenas nas amostras que receberam matéria orgânica, mas sem que essas alterações resultassem na degradação total ou parcial do hexaclorobenzeno. Nas amostras tratadas com cal ou que passaram por um processo de alagamento não foram verificados o incremento das atividades microbianas nem a degradação dos organoclorados.

Outra possibilidade a ser considerada para recuperação de áreas contaminadas, de acordo com Litchfield (2005), é o processo de fitorremediação, que utiliza plantas em processos de concentração e/ou metabolização de vários compostos, incluindo metais pesados. Como os contaminantes ficam concentrados nos tecidos vegetais, esse processo facilita a recolha e eliminação dos contaminantes que antes estavam diluídos nos solos ou águas subterrâneas.

5 CONCLUSÕES

A industrialização do Estado de São Paulo (Brasil), até meados da década de 1970, ocorreu sem o suporte de leis ambientais que regulassem a disposição de rejeitos e impedissem a contaminação dos solos e águas. Isso resultou na contaminação de diversas áreas, constituindo-se em um importante passivo ambiental, não apenas para as empresas, mas para a sociedade como um todo.

Conforme analisado ao longo do trabalho, a disposição irregular de rejeitos industriais dos mais diferentes tipos pode ocasionar sérios problemas ambientais e que são, por vezes, de difícil resolução. Isso se torna ainda mais crítico quando os rejeitos são compostos por POPs que, além de serem altamente prejudiciais ao meio ambiente e à saúde das pessoas, são de difícil degradação, com seus efeitos persistindo durante vários anos. Segundo a concepção de Beck (1999), esses casos caracterizam uma **Sociedade de Risco**, onde há uma globalização dos riscos que não mais se limitam ou são restringidos a determinadas classes sociais, fronteiras geográficas ou diferenças econômicas.

Com o desenvolvimento deste trabalho, procurou-se compreender o histórico da disposição irregular de resíduos industriais organoclorados no litoral do Estado de São Paulo, verificando os

problemas ambientais decorrentes. Como essa dispersão foi efetuada sem nenhum controle ou registro, verificou-se a metodologia utilizada para descobrir e caracterizar as áreas contaminadas, o que foi feito com a análise de fotografias aéreas e trabalhos de prospecção geoquímica desenvolvidos por equipes de campo.

Estabelecido um entendimento da metodologia utilizada para a caracterização de depósitos, foram avaliadas a incineração, lixiviação e biorremediação como medidas que poderiam ser adotadas para recuperação das áreas contaminadas. A primeira delas é, certamente, a menos indicada, pois além de envolver a movimentação de uma grande quantidade de solo contaminado, potencialmente ampliando a dispersão ambiental de POPs, libera dioxinas na atmosfera, resultando em um novo problema ambiental.

A lixiviação é uma técnica de recuperação *in situ* que pode ser considerada, mas seu uso pode ser prejudicado pela presença de matéria orgânica e níveis inadequados de pH que alteram a mobilidade de organoclorados e sua retirada dos solos contaminados. O uso da biorremediação foi investigado para amostras retiradas da estação de espera, não tendo sido constatada a sua viabilidade.

Isso demonstra a dificuldade de recuperar áreas contaminadas por resíduos industriais organoclorados, tendo em vista não somente a persistência dessas substâncias no meio ambiente, mas também considerando a possibilidade de que métodos supostamente utilizados para neutralizar os POPs acabem gerando outras repercussões ambientais.

A disposição de resíduos industriais organoclorados no litoral do Estado de São Paulo configura-se, infelizmente, como um exemplo clássico, em termos mundiais, da falta de gestão ambiental de processos produtivos e resíduos associados. Embora esses resíduos tenham sido depositados há mais de trinta anos, o problema e os seus impactos ao meio ambiente e à saúde pública persistem até o presente. Isso requer uma atenção especial dos gestores organizacionais, pois situações semelhantes podem ter ocorrido em outras empresas. A existência de passivos ambientais pode comprometer o sucesso de programas de aquisição ou fusão empresariais, por causa da extensão dos problemas decorrentes. Isso demonstra a necessidade de uma estratégia ambiental proativa (Lee & Rhee, 2007), com o uso adequado de sistemas de gestão ambiental (Pun et al., 2001; Pun et al., 2002), evitando soluções preconcebidas (Maxwell et al., 1997).

É fundamental que as organizações inovem seus processos produtivos, utilizando adequadamente os recursos disponíveis, buscando na gestão de resíduos uma oportunidade de negócio (Côrtes, 2010; Dahlmann et al., 2008; Molina-Azorín et al., 2009; Papp, 1996; Viterbo Jr., 1998), melhorando sua performance financeira e reduzindo as externalidades decorrentes de suas atividades.

REFERÊNCIAS

- Alhumoud, J. M., & Al-Kandari, F. A. (2008). Analysis and overview of industrial solid waste management in Kuwait. *Management of Environmental Quality: an International Journal*, 19(5), 520-532.
- Ali, S. H. (2002). Disaster and the political economy of recycling: toxic fire in an industrial city. *Social Problems*, 49(2), 129-149.
- Almeida, F. V., Centeno, A. J., Bisinoti, M. C., & Jardim, W. F. (2007). Substâncias tóxicas persistentes (STP) no Brasil. *Química Nova*, 30(8), 1976-1985.
- Appolinário, F. (2004). *Dicionário de metodologia científica: um guia para a produção do conhecimento científico*. São Paulo: Atlas.
- Araujo, J. M., & Gunther, W. M. (2009). Riscos à saúde em áreas contaminadas: contribuições da teoria social. *Saúde e Sociedade*, 18(8), 312-314.
- Asmus, C. I. R. F., Alonzo, H. G. A., Palácios, M., Silva, A. P., Filhote, M. I. F., Buosi, D., & Câmara, V. M. (2008). Assessment of human health risk from organochlorine pesticide residues in Cidade dos Meninos, Duque de Caxias, Rio de Janeiro, Brazil. *Cadernos de Saúde Pública*, 24(4), 755-766.
- Assunção, J. V., & Pesquero, C. R. (1999). Dioxinas e furanos: origens e riscos. *Revista de Saúde Pública*, 33(5), 523-530.
- Bahaa-Eldin, E. A. R., Yusoff, I., Rahim, S. A., Zuhairi, W. Y. W., & Ghani, M. R. A. (2008). Heavy metal contamination of soil beneath a waste disposal site at Dengkil, Selangor, Malaysia. *Soil and Sediment Contamination: an International Journal*, 17(5), 449-466.
- Beck, U. (1992). *Risk society: towards a new modernity*. Londres: Sage Publications.
- Blenkharn, J. (2006). Medical wastes management in the south of Brazil. *Waste Management*, 26(3), 315-317.

- Bond, S. G., & Kennedy, P. J. (2000). The valuation of contaminated land – methods adopted in the UK and NZ. *Journal of Property Investment & Finance*, 18(2), 254-271.
- Bond, S. G., Kinnard Jr., W., Kennedy, P.J., & Worzala, E. M. (2001). An international perspective on incorporating risk in the valuation of contaminated land. *The Appraisal Journal*, 69(3), 258-265.
- Campos, R. D., & Seo, E. S. (2009). Principais aspectos da ecotoxicologia do cloreto de vinila. *INTERFACEHS - Revista de Gestão Integrada em Saúde do Trabalho e Meio Ambiente*, 4(2), 1-17.
- Caputo, A. C., & Melo, H. P. (2009). A industrialização brasileira nos anos de 1950: uma análise da instrução 113 da SUMOC. *Estudos Econômicos*, 39(3), 513-538.
- Carr, R., Zhang, C., Moles, N., & Harder, M. (2008). Identification and mapping of heavy metal pollution in soils of a sports ground in Galway City, Ireland, using a portable XRF analyser and GIS. *Environmental Geochemistry and Health*, 30(1), 42-52.
- Côrtes, P. L. (2010). *Proposta de um portal de informações ambientais para o estado de São Paulo e sua importância para a proteção da qualidade dos solos e das águas e para o gerenciamento de áreas contaminadas*. Tese de Livre-Docência, Escola de Comunicações e Artes, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Couto, J. M. (2003). *Entre estatais e transnacionais: o pólo industrial de Cubatão*. Tese de Doutorado, Ciências Econômicas na Área de História Econômica, Universidade de Campinas, Campinas.
- Cunha, A. C., Ruiz, M., & Teixeira, C. E. (2010). Environmental assessment of remediation technologies: an analytical framework for a hexachlorocyclohexane (HCH) contaminated site in Brazil. *Proceedings of the International Conference on Hazardous and Industrial Waste Management*, 2 (pp. 46-53). Padova, IT: IWWG.
- Dahlmann, F., Brammer, S., & Millington, A. (2008). Environmental management in the United Kingdom: new survey evidence. *Management Decision*, 46(2), 264-283.

- Davis, S. I. (2001). Brownfields and other distressed. *Journal of Environmental Health*, 64(1), 47-48.
- El-Batouti, M. (2005). A consideration of the effects of solvent characteristics on cementation processes for the removal of toxic metals and wastes. *Anti-Corrosion Methods and Materials*, 52(1), 42-46.
- El-Hoz, M. (2008). Application of geographical information. *Journal of Solid Waste Technology and Management*, 34(2), 113-121.
- Englande Jr., A. J., & Jin, G. (2006). Application of biotechnology in waste management for sustainable development: an overview. *Management of Environmental Quality: an International Journal*, 17(4), 467-477.
- Englande Jr., A. J., & Reimers, R. S. (2001). Biosolids management – sustainable development status and future direction. *Water Science and Technology*, 44(10), 41-46.
- Faria, M. A. M., Almeida, J. W. R., & Zanetta, D. M. T., (1999). Cancer mortality in industrial area of Southeastern region of Brazil. *Revista de Saúde Pública*, 33(3), 255-261.
- Fletcher, T. (2002). Neighborhood change at Love Canal: contamination, evacuation and resettlement. *Land Use Policy*, 19(4), 311-323.
- Formosinho, S. J., Pio, C. A., Barros, J. H., & Cavalheiro, J. R. (2000). *Parecer relativo ao tratamento de resíduos industriais perigosos*. Recuperado em 18 de maio, 2002, de <http://www2.ufp.pt/~madinis/HPSA/Rcom.pdf>.
- Freire, R. S., Pelegri, R., Kubota, L. T., & Duran, N. (2000). Novas tendências para o tratamento de resíduos industriais contendo espécies organocloradas. *Química Nova*, 23(4): 504-511.
- Freitas, C. M., Porte, M. F. S., & Gomez, C. M. (1995). Acidentes químicos ampliados: um desafio para a saúde pública. *Revista de Saúde Pública*, 29(6), 503-514.

- Grandin, F. (2009). *Villas-Boas pode abrir com áreas ainda contaminadas*. Recuperado em 10 de dezembro, 2009, de http://www.estadao.com.br/estadaodehoje/20090819/not_imp421118,0.php.
- Gutberlet, J. (1996). *Cubatão: desenvolvimento, exclusão social e degradação ambiental*. São Paulo: Edusp: Fapesp.
- Gutberlet, J., & Baeder, A. M. (2008). Informal recycling and occupational health in Santo André, Brazil. *International Journal of Environmental Health Research*, 18(1), 1-15.
- Huang, M., & Lin, J. J. (2008). Characteristics and management of infectious industrial waste in Taiwan. *Waste Management*, 28(11), 2220-2228.
- Jennings, A. A. (2008). Analysis of worldwide regulatory guidance for surface soil contamination. *Journal of Environmental Engineering and Science*, 7(6), 597-615.
- Lee, S. Y., & Rhee, S.-K. (2007). The change in corporate environmental strategies: a longitudinal empirical study. *Management Decision*, 45(2), 196-216.
- Lima, M. C. (2008). *Monografia: a engenharia da produção acadêmica* (2a ed.). São Paulo: Saraiva.
- Litchfield, C. (2005). Thirty years and counting: bioremediation in its prime? *BioScience*. 55(3), 273-279.
- Machemer, S., Hosick, T., & Ingamells, R. (2007). Source identification of lead contamination in residential and undisturbed soil adjacent to a battery manufacturing facility (part I). *Environmental Forensics*, 8(1/2), 77-95.
- Magalhães, C. A. (2006). *PCBs e pesticidas organoclorados em tecidos de peixes da Baixada Santista, São Paulo*. Dissertação de Mestrado, Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Maxwell, J., Rothenberg, S., Briscoe, F., & Marcus, A. (1997). Green schemes: corporate environmental strategies and their implementation. *California Management Review*, 39(3), 118-134.

- Melito, V. A., Rossetti, M. V., Parera, V. E., Batlle, A. (2006). Porfirias poco frecuentes: casos detectados en la población argentina. *Revista Argentina de Dermatologia*, 87(4), 248-263.
- Mello, J. L. (1999). *Avaliação da contaminação por HCH e DDT dos leites de vaca e humano provenientes da Cidade dos Meninos, Duque de Caxias-RJ. Rio de Janeiro*. Dissertação de Mestrado, Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro.
- Molina-Azorín, J. F., Claver-Cortés, E., López-Gamero, M. D., & Tarí, J. J. (2009). Green management and financial performance: a literature review. *Management Decision*, 47(7), 1080-1100.
- Moradores da Mooca e V. Prudente ouvem CETESB sobre área da Esso. Recuperado em 10 de fevereiro, 2010, de http://www.cetesb.sp.gov.br/Noticentro/003/12/08_esso.htm.
- Muenhor, D., Satayavivad, J., Limpaseni, W., Parkpian, P., Delaune, R.D., Gambrell, R.P., & Jugsujinda, A. (2009). Mercury contamination and potential impacts from municipal waste incinerator on Samui Island, Thailand. *Journal of Environmental Science. Health, Part A: Toxic/Hazard Substances and Environment*, 44(4), 376-387.
- Nakagawa, L. E. (2003). *Alteração das características do solo para remoção de hexaclorobenzeno de área contaminada*. Tese de Doutorado, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Nakagawa, L. E., & Andréa, M. M. (2006). Efeito de alterações nas características do solo sobre a degradação de hexaclorobenzeno. *Revista Brasileira de Ciencia do Solo*, 30(3), 575-582
- Nazar, M. W., Pordeus, I. A., & Werneck, M. A. (2005). Dental waste management in municipal health clinics in Belo Horizonte, Brazil. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 17(4), 237-242.
- Nguyen, N. H. et al. (2009). Contamination by trace elements at e-waste recycling sites in Bangalore, India. *Chemosphere*, 76(1), 9-15.

- Oliveira, R. M., Bastos, L. H. P., Dias, A. E. X. O., Silva, S. A., & Moreira, J. C. (2003). Concentração residual de hexaclorociclohexano em área contaminada na Cidade dos Meninos, Duque de Caxias, Rio de Janeiro, Brasil, após tratamento com óxido de cálcio. *Cadernos de Saúde Pública*, 19(2), 447-453.
- Olivette, C. (2003). *CETESB acompanha coleta no Condomínio Barão de Mauá*. Recuperado em 12 de dezembro, 2009, de http://www.CETESB.sp.gov.br/Noticias/003/10/29_barao_maua.asp.
- Papp, R. (1996). Organochlorine waste management. *Pure & Applied Chemistry*, 68(9), 1801-1808.
- Pedrozo, M. F., & Philipi Jr., A. (2005). Laboratory waste management: evaluation of the disposal procedures routinely adopted by three Brazilian public institutions. *Environmental Studies*, 62(6), 687-700.
- Phillips, A. S., Hung, Y.-T., & Bosela, P. A. (2007). Love Canal tragedy. *Journal of Performance of Constructed Facilities*, 21(4), 131-319.
- Pitt, M. (2005). Trends in shopping centre waste management. *Facilities*, 23(11/12), 522-533.
- Pun, K. F., Hui, I. K., Lau, H. C., Law, H. W., & Lewis, W. G. (2002). Development of an EMS planning framework for environmental management practices. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 19(2), 688-709.
- Pun, K. F., Hui, I. K., & Lee, W. K. (2001). An EMS approach to environmentally-friendly construction operations. *The TQM Magazine*, 13(2), 112-119.
- Ribeiro, M. L., Lourencetti, C., Pereira, S. Y., & Marchi, M. R. R. (2007). Contaminação de águas subterrâneas por pesticidas: avaliação preliminar. *Química Nova*, 30(3), 688-694.
- Rimmer, D. L., Vizard, C. G., Pless-Mullooli, T., Singleton, I., Air, V. S., & Keatinge, Z. A. F. (2006). Metal contamination of urban soils in the vicinity of a municipal waste incinerator: one source among many. *Science of Total Environmental*, 356(1-3), 207-216.

- Ritter, L., Solomon, K., Forget, J., Stemeroff, M., & O'leary, C. (1995). *A review of selected persistent organic pollutants*. Recuperado em 27 de outubro, 2009, de http://www.who.int/ipcs/assessment/en/pcs_95_39_2004_05_13.pdf.
- Santos Filho, E., Silva, R. S., Barreto, H. H. C., Inomata, O. N. K., Lemes, V. R. R., Kussumi, T. A., & Rocha, S. O. B. (2003). Grau de exposição a praguicidas organoclorados em moradores de aterro a céu aberto. *Revista de Saúde Pública*, 37(4), 515-522.
- Severino, A. J. (2007). *Metodologia do trabalho científico* (23a ed.). São Paulo: Cortez.
- Silva, A. C. et al. (2003). *Guia para avaliação do potencial de contaminação em imóveis*. São Paulo: CETESB:
- Silva, A. P. (Coord). (2007). *Relatório de avaliação de risco à saúde por exposição a resíduos perigosos em áreas de Itanhaem e São Vicente/SP*. São Paulo: Ambios.
- Silva, A. S., Barreto, H. H. C., Inomata, O. N. K., & Lemes, V. R. R. (2001). Evaluation of the human exposure to hexachlorobenzene at Samaritá, São Vicente, São Paulo, Brasil. *Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente*, 11, 53-64.
- Silva, C. E., Hoppe, A. E., Ravanello, M. M., & Mello, N. et al. (2005). Medical wastes management in the south of Brazil. *Waste Management*, 25(6), 600-605.
- Silva, R. R. (2009). *Biorremediação de solos contaminados com organoclorados por fungos basidiomicetos em biorreatores*. Tese de Doutorado, Instituto de Botânica, São Paulo,
- United Nations Environment Programme. (2002). *Regionally based assessment of persistent substances*. Recuperado em 9 de fevereiro, 2006, de http://www.chem.unep.ch/Pts/gr/Global_Report.pdf[2].
- Vieira, C. D. et al. (2009). Composition analysis of dental solid waste in Brazil. *Waste Management*, 29(4).

- Vieira, F. M. J., & Martins, J. E. C. (2006). Porfíria cutânea tardia. *Anais Brasileiros de Dermatologia*, 81(6), 573-584.
- Viterbo Jr., E. (1998). *Sistema integrado de gestão ambiental*. São Paulo: Aquariana.
- Wasay, S. A. (2001). Contamination of a calcareous soil by battery industry wastes: I-characterization. *Canadian Journal of Civil Engineering*, 28(3), 341-348.
- Wasay, S. A., Parker, W. J., & Van Geel, P. J. (2001). Contamination of a calcareous soil by battery industry wastes: II-treatment. *Canadian Journal of Civil Engineering*, 28(3), 349-354.
- Wentz, C. A. (1995). *Hazardous waste management* (2nd ed.). New York: McGraw-Hill.
- Yin, R. K. (2001). *Estudo de caso: planejamento e métodos* (D. Grassi, Trad.). (2a ed.) Porto Alegre: Bookman.
- Zanchetta, D. (2009). *Dezenove áreas contaminadas freiam reurbanização da Mooca*. Recuperado em 16 de agosto, 2009, de http://www.estadao.com.br/estadaodehoje/20090816/not_imp419531,0.php.

THE ORGANOCHLORINES INDUSTRIAL WASTE LANDFILL IN COAST OF SÃO PAULO: A CASE STUDY

ABSTRACT

The industrialization in the State of São Paulo (Brazil) began the end of the nineteenth century and increased in intensity during the twentieth century. Part of this expansion process occurred without support of environmental laws which began to emerge during the 1970s. As a result, the process of industrialization occurred without an adequate management of waste, causing environmental pollution in industrial regions in the cities of the state. A case study was conducted regarding industrial waste disposal of organochloride substances in the coastal state of São Paulo, made by Clorogil S.A. during the 60's and 70's. The study aims to understand how it was done and the resulting environmental problems. The methodology used to discover and characterize these deposits years after their use was made difficult because there are no records of many of the areas used as irregular deposits. This article analyzes techniques for recuperation of areas contaminated by industrial waste organochlorines. Industrial waste disposals are classified as Persistent Organic Pollutants, which are compounds that cause serious damage to health, have a high cumulative effect and are highly resistant to environmental degradation. These characteristics make it difficult for recovery of the contaminated areas. This case is an example of environmental mismanagement because the three basic rules of waste management (reduce production, encourage the reuse and ultimately promote the correct disposal) were not considered. Even though waste disposal occurred thirty years ago the environmental problem persists.

Key-words: Environmental Management; Industrial Waste; Persistent Organic Pollutants.

Data do recebimento do artigo: 02/02/2011

Data do aceite de publicação: 15/05/2011