

## Introdução

Como conseqüência de um processo acelerado de expansão da mancha urbana, dentro de um contexto de intensa especulação imobiliária e de uma atuação pouco efetiva do Poder Público, a cidade de São Paulo sofre constantes alterações em sua paisagem e apresenta um quadro de grande degradação ambiental, sob diversas formas.

Herança de um passado recente, antigas áreas industriais apresentam grande potencial de contaminação do solo e das águas subterrâneas, como conseqüência das atividades anteriormente desenvolvidas. Freqüentemente localizadas em bairros centrais, elas vêm recebendo nos últimos anos empreendimentos imobiliários residenciais, de modo indiscriminado, sem que se procedam investigações prévias para verificar a existência de contaminação, algumas vezes com a ocorrência de graves conseqüências. Além das indústrias, outras formas de ocupação do espaço também podem produzir situações de contaminação, como no caso de aterros de resíduos, infra-estruturas de transporte ferroviário e depósitos.

Um dos casos recentes mais emblemáticos é o do condomínio Barão de Mauá, localizado na região metropolitana de São Paulo, onde diversos edifícios residenciais foram construídos sobre um terreno, no qual havia sido depositada de forma clandestina uma grande quantidade de resíduos industriais (Foto 1). O problema só foi descoberto após a ocorrência de uma explosão no local.

A reversão total de danos causados aos recursos naturais nesses casos é, via de regra, uma tarefa muito árdua de ser alcançada, praticamente impossível em muitas situações. Em se tratando de remediação de áreas contaminadas, dois fatores contribuem para agravar a situação: o tempo necessário para se atingir as metas de remediação estabelecidas e os custos envolvidos.



Vista do condomínio Barão de Mauá, em cujo subsolo foram encontradas substâncias tóxicas

Foto 1 - Caso emblemático: condomínio residencial Barão de Mauá, construído sobre aterro de resíduos industriais

Numa visão preventiva, o ideal é que se impeça o surgimento do problema, ou, quando já se dispõe de um histórico de ocupação anterior por atividade com potencial de contaminação, que se efetue uma avaliação prévia da área antes que se promova a sua ocupação por outras atividades.

Em São Paulo, o contexto atual das mudanças de uso do solo em função da alteração do perfil econômico da cidade, principalmente em antigas áreas industriais em processo de transformação, favorece a descoberta de áreas contaminadas.

Apesar de tudo, a existência de contaminação não significa a inviabilização da possibilidade de utilização de uma área, desde que procedimentos adequados sejam adotados para a sua ocupação. Para isso, além dos aspectos técnicos, legais, administrativos e políticos, torna-se cada vez mais necessário que se tenha a consciência de que os processos naturais também fazem parte do meio urbano, para que projetos urbanísticos, arquitetônicos e paisagísticos passem a considerá-los como elementos condicionantes e não como meros aspectos acessórios, utilizados para dar um pretense caráter ambiental.

Considerando, assim, o problema aqui abordado e o contexto no qual se insere, o objeto da presente dissertação compreendeu o estudo das potencialidades e das limitações apresentadas na formulação, implantação e

monitoramento de projetos paisagísticos em áreas contaminadas na cidade de São Paulo. Ao mesmo tempo, a identificação dos fatores que devem ser considerados na tentativa de explorar as potencialidades e superar as limitações definidas no objeto de estudo configura-se como o objetivo principal desta pesquisa. Esses fatores foram discutidos com base em experiências internacionais e nacionais de áreas remediadas e reutilizadas com a implantação de projetos paisagísticos e no posterior estudo de três áreas selecionadas na cidade de São Paulo, com possibilidade de reutilização como parques.

A dissertação procurou, dentro de propósitos mais específicos, investigar as condições que levaram ou ainda continuam levando ao surgimento de áreas contaminadas na cidade de São Paulo. Por outro lado, tentou apontar os principais motivos para se promover a recuperação e a revitalização de áreas contaminadas e os fatores que dificultam a sua concretização para, finalmente, discorrer sobre as contribuições que o tema pode trazer para a qualidade da paisagem urbana e um meio ambiente sustentável.

Os estudos e as ações envolvendo o tema ainda são muito recentes no Brasil, enquanto que nos EUA e em países europeus já existem procedimentos relativamente consolidados para tratar do problema.

A prática tem demonstrado que o desconhecimento a respeito do tema é generalizado, inclusive entre profissionais responsáveis pela elaboração de projetos arquitetônicos e paisagísticos. Considerando que a utilização de terrenos contaminados pode trazer conseqüências adversas à saúde de trabalhadores, que mantenham contato direto com substâncias tóxicas, ou de futuros usuários de empreendimentos públicos ou privados, torna-se imprescindível que esse aspecto seja incorporado a projetos que venham a ser implantados em áreas com tais características.

Devido à natureza do assunto abordado e à escassez de exemplos de casos de remediação em áreas contaminadas no Brasil, optou-se por uma abordagem da questão por meio de experiências já realizadas, uma vez que se pretendia descrever a complexidade e a particularidade dos processos de

recuperação de áreas contaminadas e analisar a interação entre as diferentes variáveis neles envolvidas.

A metodologia básica utilizada no trabalho consistiu numa pesquisa bibliográfica abrangente a respeito do tema, incluindo aspectos históricos, conceituais, técnicos e institucionais, além do levantamento de exemplos de projetos já implantados, principalmente em países com uma prática efetiva no assunto, e das técnicas de remediação de áreas contaminadas.

Os estudos de caso em três áreas públicas objetivaram analisar as perspectivas de requalificação urbana e paisagística que as futuras intervenções previstas pelo poder público podem proporcionar para as regiões nas quais estão inseridas. A escolha das áreas levou em consideração as suas características quanto ao tipo de atividade exercida no local e às diferentes fontes de contaminação, além da disponibilidade de dados. A coleta de informações de cada uma das áreas selecionadas foi iniciada com o levantamento histórico, tendo em vista os dados existentes nos órgãos ambientais, a bibliografia específica e os levantamentos *in loco*.

No que se refere à sistemática de investigação de áreas contaminadas, o trabalho baseou-se nos procedimentos constantes do Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas da CETESB<sup>1</sup>.

O trabalho coaduna-se com a proposta da linha de pesquisa de Paisagem e Ambiente: Projeto e Planejamento Sustentável da área de concentração de Paisagem e Ambiente, visto que procurou investigar as implicações da contaminação sobre os meios físico e social e analisar as contribuições que a revitalização desses espaços pode trazer para o resgate da qualidade da paisagem urbana e um meio ambiente sustentável.

A dissertação tem como área de estudo a cidade de São Paulo e divide-se em três capítulos, cujos conteúdos são descritos a seguir.

O capítulo 1 procura oferecer uma visão geral sobre as circunstâncias históricas que levaram ao surgimento da contaminação de solos e águas subterrâneas, focando as condições específicas da cidade de São Paulo. Ao mesmo tempo, são apresentados os principais conceitos necessários à

---

<sup>1</sup> CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental

compreensão do problema e aspectos relevantes sobre o gerenciamento de áreas contaminadas, com menção especial ao caso de aterros de resíduos.

No capítulo 2 são descritas algumas experiências nacionais e internacionais de áreas contaminadas que sofreram algum tipo de remediação e foram utilizadas para a implantação de projetos paisagísticos, as quais servem como referência das possibilidades de reuso em terrenos com tais características.

Os três estudos de caso analisados no capítulo 3 consistem em terrenos localizados na cidade de São Paulo e pertencentes à municipalidade, dos quais dois já têm contaminação confirmada e um encontra-se em processo de investigação. A partir da previsão da implantação de parques públicos para todos eles, procurou-se analisar as potencialidades de utilização dessas áreas, com o tratamento adequado, e as eventuais limitações encontradas em função do uso pretendido para elas.

## Capítulo 1

### Aspectos gerais da recuperação de áreas contaminadas na implantação de projetos paisagísticos

#### 1.1. O surgimento do problema

Os relatos de Engels acerca das condições sanitárias da classe trabalhadora nas cidades industriais inglesas, durante o período da Revolução industrial, revelam aspectos extremamente desfavoráveis à manutenção das necessidades mínimas de saúde da população.

Problemas que no campo seriam toleráveis, nos densos aglomerados urbanos da época ganhavam proporções ameaçadoras, quando as diversas funções se desenvolviam em meio a edificações que se juntavam ao longo de ruas e becos com pouca ventilação, sem instalações adequadas para a condução e a destinação dos resíduos sólidos e líquidos, contribuindo assim para a criação de condições de insalubridade, propícias à ocorrência de contaminações e epidemias.

Ao referir-se às cidades que rodeavam Manchester, Engels descreve-as como “mal e irregularmente construídas, com pátios sujos, ruas estreitas e vielas cheias de fumaça de carvão”, ressaltando ainda o aspecto muito pouco agradável dos tijolos, originalmente de coloração vermelho vivo, escurecidos pela fumaça<sup>2</sup>.

Nesse cenário, as formas mais evidentes de degradação ambiental são representadas pela poluição da atmosfera, que passa a receber toneladas de poluentes provenientes da queima de grandes quantidades de carvão, lenha e, posteriormente, óleo combustível, e pela poluição das águas superficiais, especialmente dos cursos d'água, que se tornam os grandes receptores dos esgotos domésticos e industriais.

---

<sup>2</sup> ENGELS, F. *A situação da classe operária na Inglaterra*; trad. Rosa Camargo Artigas, Reginaldo Forti. São Paulo, Global, 1985.

A partir do século XVIII, os avanços mais surpreendentes das ciências ocorrem no campo da química, tradicionalmente ligada às necessidades industriais. Houve, então, um grande estímulo à produção e ao desenvolvimento da manufatura de ácidos, álcalis e sais. Assim, enquanto alguns industriais se dedicavam à fabricação de soda para sabão, alvaiade para a cerâmica e litargírio para a indústria de vidro, outros produziam potassa, alúmen e amônia.

Nas operações de branqueamento e de tinturaria da indústria têxtil, por exemplo, houve inovações relacionadas à descoberta de novos reagentes e tintas. Um método tradicionalmente utilizado no branqueamento de tecidos consistia na sua fervura em uma solução de cinzas e depois em leite azedo, posteriormente substituído por ácido sulfúrico.

Uma das principais inovações no processo de estampagem de tecidos foi a introdução de grandes cilindros movidos a vapor, possibilitando a execução dessa atividade em larga escala.

Hobsbawn, ao discorrer sobre o paradoxo representado pela França, cuja lentidão do desenvolvimento econômico relativamente aos demais países contrastava com a sua supremacia na ciência, descreve entre as inovações daquele país o processo de soda Leblanc, o descolorante à base de cloro de Berthollet, a galvanoplastia e a galvanização<sup>3</sup>.

É interessante notar a relação que se estabelece entre os odores e a nocividade à saúde. De acordo com Corbin, “somente o trabalho que obriga o operário a conviver em paz com a fermentação, a putrefação ou os vapores telúricos é que apresenta graves perigos”, embora trabalhadores em atividades executadas em pedreiras, poços de petróleo, ou no manejo de enxofres, betumes e produtos arsênicos também estivessem igualmente expostos a riscos diversos<sup>4</sup>.

O mesmo autor ainda cita um trecho do relatório de Louis-Sébastien Mercier, que descreve Paris da seguinte forma: “Se me perguntarem como é

---

<sup>3</sup> HOBBSAWN, E. J. *A era das revoluções: Europa 1789-1848*; trad. Maria Tereza Lopes Teixeira e Marcos Penchel. Rio de Janeiro, Editora Paz e Terra, 1979.

<sup>4</sup> CORBIN, A. *Saberes e odores: o olfato e o imaginário social nos séculos XVIII e XIX*; trad. Lígia Watanabe. São Paulo, Companhia das Letras, 1987.

que se pode ficar neste antro sujo de todos os vícios e de todos os males amontoados uns sobre os outros, em meio a um ar envenenado por mil vapores pútridos, entre açougues, cemitérios, hospitais, esgotos, riachos de urina, montes de excremento, lojas de tintureiros, curtidores, correeiros, em meio à fumaça contínua dessa quantidade incrível de madeira e do vapor de todo este carvão, em meio a partes arsênicas, sulfurosas, betumosas, que exalam das oficinas que malham o cobre e os metais <sup>5</sup>.”

O agravamento dos problemas ambientais está diretamente vinculado ao avanço da industrialização e da ciência. Diante de um quadro, no qual se vislumbra a utilização de uma profusão de novas substâncias e novos processos nas atividades produtivas, associado à precariedade das condições nas instalações industriais, é presumível que, durante a Revolução Industrial, a ocorrência de contaminação do solo por substâncias nocivas à saúde tivesse sido um fato corrente.

Na Idade Média, entretanto, já é possível constatar-se a presença de poluição em países europeus. A madeira tem seu preço elevado em razão da progressiva destruição das florestas, e o carvão mineral aparece como combustível substituto eficiente e barato. A queima constante deste material fez com que Londres se tornasse a primeira cidade do mundo a sofrer com a poluição do ar, ainda no final do século XIII e, naquela época, já eram reconhecidos os malefícios causados à saúde pelo fumo de carvão.

A contaminação das águas também está presente na Idade Média, e os grandes responsáveis por ela são os matadouros e os curtumes, geralmente localizados ao longo de rios. Os processos envolvidos no tratamento de peles utilizam-se de tratamentos químicos com substâncias à base de ácido tânico e de cal, que se diluem na água e são despejados nos rios ou se infiltram no solo. Como consequência dos problemas trazidos por essas atividades, as municipalidades buscam afastá-las para locais a jusante dos cursos d'água e para fora das muralhas das cidades.

Nas políticas ambientais mais recentes, as questões relativas à poluição do ar e das águas têm ocupado maior espaço e vêm sendo tratadas há mais

---

<sup>5</sup> CORBIN, A. Op. Cit.

tempo do que aquelas ligadas à proteção do solo. Por muito tempo este meio foi depositário dos mais diversos tipos de resíduos com base na crença em sua capacidade de contenção dos contaminantes e de autodepuração e, provavelmente pelo fato de serem pouco visíveis, os efeitos da poluição do solo sobre o ambiente só tenham sido percebidos mais tardiamente.

Alguns casos tornaram-se paradigmáticos. O mais conhecido deles é o de Love Canal, nos Estados Unidos, cujo histórico remonta ao final do século XIX, com o início das escavações de um canal para o desvio de uma parte do fluxo do rio Niagara, para geração de energia elétrica. Essa obra acabou sendo abandonada e o local passou a ser utilizado como aterro de resíduos industriais de 1942 a 1953, quando foi vendida à Comissão Escolar de Niagara Falls. Após a construção de uma escola na área, em 1955, e a posterior consolidação de um bairro ao seu redor, somente em 1976 o assunto tornou-se público com a edição de uma reportagem em um jornal local sobre o depósito de resíduos e queixas de moradores sobre problemas de saúde.

Ao fechamento da escola e à retirada de inúmeras famílias do local, sucedeu-se uma interminável batalha jurídica que culminou em 1994, com um acordo com a empresa Oxychem, sucessora da antiga proprietária da área, que foi obrigada a arcar com os custos futuros da remediação e do monitoramento, mediante o pagamento de uma indenização de 98 milhões de dólares ao estado de Nova York.

O caso de Love Canal é tão significativo que se atribui a ele a aprovação pelo Congresso Americano da Lei do Superfund, o fundo federal que financia a remediação de áreas contaminadas consideradas prioritárias nos Estados Unidos.

Para se ter uma idéia da dimensão do problema, somente em setembro de 2004 o local foi retirado da *National Priorities List (NPL)*, a lista nacional de áreas do *Superfund*. A agência americana de proteção ambiental, EPA, e o estado de Nova York consideraram que as ações de responsabilidade apropriadas haviam sido tomadas, restando ainda o prosseguimento das ações de operação, manutenção e monitoramento, visto que os resíduos que lá foram

depositados não haviam sido removidos, mas sofrido um processo de contenção.

Como ocorreu em outros países, a provável origem das áreas contaminadas no Brasil deve estar relacionada ao surgimento do processo de industrialização.

A partir do final do século XIX, a provinciana cidade de São Paulo passa a assistir a uma ampla transformação econômica apoiada no cultivo e na comercialização do café, que criam as condições para o início da industrialização. A expansão da economia cafeeira gera então os excedentes necessários ao custeio de grande parte da produção industrial inicial, assim como da infra-estrutura indispensável à sua viabilização, principalmente no que se refere à implantação de uma rede de transportes ligando a capital a outras regiões do estado e do país. Assim a cidade recebe a primeira ferrovia em 1867, ligando Santos a Jundiaí, tornando-se ponto de ligação entre as zonas produtoras e o porto e vai se afirmando como centro financeiro, comercial e administrativo de uma região em grande expansão.

Dean aponta ainda como fatores que contribuíram para acelerar esse crescimento a devastação dos cafezais do principal concorrente brasileiro, o Ceilão, por uma praga, o emprego da mão-de-obra de imigrantes europeus após a abolição da escravidão, além da instituição do regime republicano, que possibilitou uma estrutura econômica e política mais descentralizada, permitindo a retenção do lucro resultante da atividade cafeeira no estado de São Paulo.

As indústrias e os bairros operários vão se instalando ao longo das vias férreas, nas várzeas do Tamandateí e do Tietê, basicamente em função do baixo preço dos terrenos, por serem áreas inundáveis e insalubres, da facilidade de transporte dos produtos e da proximidade do curso d'água para efetuar o despejo de efluentes. Langenbuch (1971) menciona o trinômio ferrovia, terreno grande e plano e curso d'água como determinante na ocupação industrial da cidade de São Paulo e da sua região metropolitana <sup>6</sup>. Na virada do século concentram-se nos bairros do Brás, Bom Retiro, Mooca,

---

<sup>6</sup> LANGENBUCH, J.R. *A Estruturação da Grande São Paulo*. Rio de Janeiro, Fundação IBGE, 1971.

Água Branca, Lapa e Ipiranga grandes indústrias têxteis, de alimentos, de ferramentas, ao lado de inúmeros estabelecimentos de pequeno porte que se dedicavam à produção de calçados, chapéus, vestuário, graxas, óleos e tintas, entre outros.

A partir desse momento a população começa a sentir os efeitos adversos produzidos pela fumaça, pelos ruídos e odores malcheirosos. Considerando a inexistência de mecanismos de controle, o desconhecimento da noção de contaminação e as próprias condições de produção da época, pode-se inferir que as condições ambientais dos terrenos de várzea, naturalmente alagáveis e com o lençol freático geralmente elevado, podem ter contribuído para o agravamento de possíveis ocorrências de contaminação nas antigas zonas industriais da cidade.

A industrialização paulistana antes de 1920 ainda era incipiente e estava limitada à produção de bens de consumo de primeira necessidade. Cano (1977) afirma que “as indústrias mais importantes eram, de longe, as têxteis”, destacando-se, em posição bem inferior, as de calçados e chapéus, de produtos químicos, as fundições e os estabelecimentos de setor alimentício <sup>7</sup>.

Na década de 20, segundo Dean, as atividades industriais instaladas no estado de São Paulo apresentavam uma grande diversidade de setores, entre as quais “todas as fases da manufatura têxtil, da moagem, do engarrafamento de cerveja e de bebidas, da manufatura de ferragens, da forja do aço e do latão, da laminação de metais, da estampagem do alumínio, da esmaltagem do ferro fundido, do fabrico de papel, da refinação de óleos vegetais e de toda a sorte de máquinas feitas de encomenda – elevadores, caldeiras, fornos, bombas, balanças e equipamento de moagem <sup>8</sup>.” Além das extenuantes jornadas de trabalho enfrentadas pelos operários, inclusive com o emprego da mão-de-obra infantil, o mesmo autor menciona as difíceis condições de trabalho em ambientes mal iluminados e mal ventilados, sem instalações

---

<sup>7</sup> CANO, W. *Raízes da concentração industrial em São Paulo*. Rio de Janeiro - São Paulo, Difel, 1977.

<sup>8</sup> DEAN, W. *A industrialização de São Paulo (1880-1945)*; trad. Octavio Mendes Cajado. São Paulo, Difel/Difusão Editorial S.A., s/d.

sanitárias, onde “as máquinas se amontoavam ao lado umas das outras e suas correias e engrenagens giravam sem proteção alguma<sup>9</sup>.”

Os anos compreendidos entre 1956 e 1970 representam, na afirmação de Negri (1996), a primeira fase da industrialização pesada e o “período de consolidação das bases materiais de uma sociedade urbana e industrial”, principalmente para o estado de São Paulo<sup>10</sup>. O setor de produção de bens de consumo é readequado à produção em massa e os ramos industriais ligados à fabricação de materiais de transportes, elétricos e mecânicos, metalurgia e química consolidam o seu peso no sistema produtivo. Na cidade de São Paulo as indústrias dos setores têxtil, de vestuário, de calçados, alimentício e de minerais não metálicos também continuam sendo percentualmente representativas.

O setor têxtil teve uma presença marcante desde o início do processo de industrialização na cidade de São Paulo, porém sempre foi uma atividade com reconhecido potencial de contaminação. Durante a fase de beneficiamento, fios ou tecidos sofrem um processo de preparação, quando são eliminadas todas as impurezas, representadas por ceras, pectinas naturais, óleos lubrificantes, parafinas, gomas e outras, antes do início do tingimento. A preparação envolve diferentes etapas e processos físicos e químicos, que empregam substâncias como enzimas, detergentes, alvejantes, soda cáustica e ácidos. O tingimento pode ocorrer por meio de corantes, substâncias solúveis utilizadas em tinturaria, e pigmentos, matérias insolúveis em meio, aplicadas através de resinas sintéticas em processos de estamperia, alguns deles à base de cádmio, chumbo, cobalto, cobre e cromo.

No período de implantação do parque industrial paulistano, além da produção têxtil, a fabricação de outros produtos também representava a geração de poluentes com capacidade de impactar o solo e as águas subterrâneas. Pesticidas produzidos à base de substâncias inorgânicas podem conter arsênio, tálio, bário, nitrogênio, fósforo, cádmio, ferro, selênio, chumbo, cobre, mercúrio e zinco. Outros, como o DDT (dicloro-difenil-tricloroetano) e o

---

<sup>9</sup> DEAN, W. Op.Cit.

<sup>10</sup> NEGRI, B. *Concentração e desconcentração industrial em São Paulo*. Campinas, Editora da Unicamp, 1996.

BHC (hexaclorociclohexano), classificados como Poluentes Orgânicos Persistentes (POPs), tiveram o uso banido de diversos países a partir da década de 70, enquanto os Drins têm o uso restrito em vários países ou foram totalmente proibidos na maior parte da Europa.

O ascarel (Aloclo 124), óleo resultante da mistura de hidrocarbonetos derivados do petróleo, utilizado como material isolante em equipamentos elétricos, é considerado carcinogênico e seu uso não é permitido no Brasil desde 1981, apesar de ainda estarem em funcionamento muitos dispositivos antigos que o empregam.

As indústrias química e metalúrgica são responsáveis pela geração de uma extensa série de contaminantes, como ácidos, metais pesados, solventes, fenóis, hidrocarbonetos e outros resíduos perigosos. Cunha (1997) cita o caso das antigas instalações das Indústrias Reunidas Francisco Matarazzo, localizadas no município de São Caetano do Sul, região da Grande São Paulo, cujas atividades tiveram início em 1932, com a produção de ácido sulfúrico, celulose de linter e rayon. No mesmo local, em 1946, entraram em funcionamento unidades de fabricação de soda cáustica, cloro e seus compostos, BHC técnico e ebonitagem e, posteriormente, nas décadas de 70 e 80, as unidades de carbureto de cálcio e acetileno, ferro-silício, enxofre pó molhável, fundição, hidrogenação de óleos e vicsafeno, até a paralisação total da empresa em 1986. Embora o estudo de Cunha restrinja-se à abordagem de três substâncias detectadas na área, mercúrio, hexaclorociclohexano e benzeno, todos em níveis muito altos de concentração e acima dos valores de referência considerados aceitáveis, presume-se que inúmeras outros contaminantes estejam presentes no solo e nas águas subterrâneas, em função dos diversos processos produtivos ali instalados no passado <sup>11</sup>.

Em instalações mais antigas de transporte ferroviário, segundo SÁNCHEZ (2001), a utilização de locomotivas a carvão gerava cinzas que podiam estar contaminadas por metais pesados ou outros poluentes, as quais

---

<sup>11</sup> CUNHA, R.C.A. *Avaliação de risco em áreas contaminadas por fontes industriais desativadas – estudo de caso*. São Paulo. 1997. [Tese de Doutorado – Instituto de Geociências da USP].

eram lançadas ao longo das vias e nos pátios ou empregadas como material de aterro. Vazamentos de óleo diesel e lubrificantes, ou mesmo de transporte de cargas de produtos perigosos, além do uso de substâncias tóxicas empregadas na conservação de dormentes também geram situações de contaminação <sup>12</sup>.

Mais recentemente, a questão só começa a ganhar alguma repercussão a partir da divulgação, na década de 80, da existência de contaminação em algumas áreas como a Rhodia, na Baixada Santista, e das Indústrias Matarazzo, em São Caetano do Sul. É também a partir desse período que a agência ambiental estadual, CETESB, começa a atuar efetivamente na questão da contaminação do solo.

Em 2006, o Sindicato das Empresas de Compra, Venda, Locação e Administração de Imóveis Residenciais e Comerciais de São Paulo - SECOVI disponibilizou em sua página na internet um mapa e informações sobre as áreas contaminadas no município de São Paulo, elaboradas a partir de dados fornecidos pela CETESB, segundo as quais os cinco contaminantes mais encontrados nos locais acompanhados por aquela agência ambiental são: benzeno, tolueno e xileno, encontrados em combustíveis líquidos e solventes aromáticos, naftaleno e antraceno, presentes no petróleo, tricloroetileno, tetracloroetileno de carbono e clorofórmio, componentes de solventes halogenados e metais, como cádmio, chumbo e cromo. É preciso atentar para o fato de que os números apresentados pelo SECOVI refletem a ação prioritária da CETESB sobre os postos de abastecimento a partir de 2001, o que justifica a identificação majoritária de poluentes relacionados a combustíveis.

---

<sup>12</sup> SÁNCHEZ, L.E. *O passivo ambiental na desativação de empreendimentos industriais*. São Paulo, Editora da Universidade de São Paulo, 2001.

## **1.2. A mudança do perfil econômico da cidade de São Paulo no processo de globalização e a questão da contaminação**

No processo de inserção do país no quadro das relações internacionais de produção, a cidade tem sofrido grandes transformações econômicas e urbanas ao longo das últimas décadas.

Ao longo do tempo, novas formas de organização da produção e de circulação determinam novas divisões territoriais do trabalho que se sobrepõem sucessivamente às anteriores, transformando os vínculos existentes entre as diferentes áreas. Assim, cada lugar sofre os reflexos de seguidas divisões do trabalho, propiciando a coexistência de formas antigas e modernas de ocupação do território, num determinado momento histórico.

Na definição de Benedito Lima de Toledo, São Paulo é um palimpsesto, uma cidade reconstruída duas vezes sobre o mesmo assentamento, no último século, um processo no qual o patrimônio histórico e arquitetônico é destruído para dar lugar a novas edificações que varrem a memória de um tempo passado <sup>13</sup>.

Somente no pós-guerra, com a implantação de uma infra-estrutura, representada principalmente pelo estabelecimento de uma rede viária, e do processo de industrialização, ocorre a integração do território e do mercado brasileiros e, ao mesmo tempo, inicia-se um período de hegemonia paulista com o agravamento dos desequilíbrios regionais. É nesse período que a revolução técnico-científica abre uma nova fase no desenvolvimento capitalista e começa a expansão e o domínio das empresas multinacionais.

O Brasil, assim como outros países em desenvolvimento, adotou a ideologia do crescimento apoiado no desenvolvimento industrial a qualquer custo como forma de promover o progresso, posição manifestada em 1972 pelo representante brasileiro, durante a Primeira Conferência Mundial de Meio Ambiente Humano, em Estocolmo, sob o argumento de que a poluição era o preço que deveria ser pago pelo progresso. Isso propiciou a instalação de

---

<sup>13</sup> TOLEDO, B.L. *São Paulo: três cidades em um século*. 2ª ed. São Paulo, Duas Cidades, 1983.

diversas indústrias multinacionais poluidoras, que encontravam dificuldades de operarem em seus respectivos países, nas mesmas condições.

Com o desenvolvimento tecnológico e a possibilidade cada vez maior da difusão de informações, a partir da década de 70, amplia-se a especialização do trabalho nos lugares, abrindo-se caminho para a ocupação de regiões periféricas e a readaptação de áreas consolidadas. Nesse contexto tem início um movimento de desconcentração industrial, ao mesmo tempo em que surgem modernas fronteiras agrícolas e novas porções do território que reúnem condições para atender às necessidades específicas da produção. Em São Paulo, esse fenômeno caracteriza-se principalmente pela fuga de indústrias para outros pontos da região metropolitana, para o interior do estado e para outros estados, ou pela substituição do tipo de indústrias, ocasionando um aumento significativo do número de desempregados e o conseqüente agravamento do nível de pobreza da população.

Em estudo elaborado pelo IBGE, por meio da PIA-Empresas (Pesquisa Industrial Anual de Empresas) e da PIA-Produto (Pesquisa Industrial Anual – Produto), foi constatado que o estado de São Paulo passou a deter 42% do investimento industrial nacional em 2002, o que representa uma redução de 7,2% em relação ao ano de 1998 <sup>14</sup>.

O incremento da fluidez do espaço proporcionada pela evolução científica, técnica e da informação cria um mercado globalizado e uma nova divisão territorial do trabalho, que requer uma densa e complexa rede de sistemas de engenharia e privilegia algumas regiões em detrimento de outras, de forma seletiva.

Na economia globalizada, as empresas perseguem os lugares nos quais as suas necessidades são satisfeitas de forma mais conveniente, numa dinâmica errática que cria situações de inconstância e de incerteza nesses lugares. Nessas condições, segundo Milton Santos, o território de um país pode tornar-se um espaço nacional da economia internacional, visto que,

---

<sup>14</sup> De acordo com o estudo do IBGE, a perda significativa de investimentos teve como causas a expansão do agronegócio, a instalação de novas plantas em áreas próximas a regiões de extração de minério, a mão-de-obra mais barata em outros Estados e a guerra fiscal.

embora o espaço e a regulação sejam nacionais, a economia é orientada pelos interesses das empresas multinacionais <sup>15</sup>.

A extensão do meio técnico-científico-informacional para outros pontos do território nacional cria condições para a dispersão das atividades econômicas, e o aprofundamento da divisão social e territorial do trabalho propicia grandes mudanças nas estruturas de produção, de circulação e nos usos da cidade, tendo como consequência a readequação dos espaços às novas necessidades ditadas pelo mercado globalizado.

Em São Paulo, essa dinâmica, aliada às formas de apropriação do espaço, produziu um território fragmentado com grandes áreas desarticuladas, muitas delas resultantes do esvaziamento de antigas zonas industriais que se implantaram ao longo dos eixos ferroviários, elementos determinantes na estruturação da metrópole. As transformações geradas pela passagem de uma cidade predominantemente industrial para uma cidade de serviços intensificaram o surgimento de atividades especializadas ligadas à globalização, especialmente aquelas relacionadas às finanças e à informação; como consequência surge uma paisagem na qual se destacam terrenos baldios, galpões e armazéns desocupados, além de inúmeras outras edificações em estado de contínua deterioração, conhecidos nos Estados Unidos como “brownfields”.

Segundo Leite (2004), o efeito mais evidente da modernização do espaço está na desvalorização ou mesmo na destruição localizada, mas não homogênea, de formas e habilidades do passado, o que se manifesta de modo concreto na paisagem <sup>16</sup>. Assim novas formas são criadas para satisfazer às necessidades do processo de modernização que, em São Paulo, acabam sendo definidas prioritariamente pelo mercado imobiliário.

O novo zoneamento da cidade, definido pela Lei 13.885/2004, concomitantemente aos Planos Regionais Estratégicos das Subprefeituras,

---

<sup>15</sup> SANTOS, M. & SILVEIRA, M.L. *O Brasil: território e sociedade no início do século XXI*. 5ª ed. Rio de Janeiro, Record, 2003.

<sup>16</sup> LEITE, C. *Articular o território metropolitano a partir de sua fragmentação: a orla ferroviária*, 38 – 41. *Urbs*, 28, 2002.

incorpora as mudanças de uso ocorridas durante as últimas décadas. A comparação entre as Figuras 1 e 2 demonstra que diversas áreas classificadas anteriormente como industriais foram transformadas em zonas de uso misto, permitindo outros usos além do industrial. Muitas delas coincidem com as regiões nas quais teve origem o processo de industrialização da cidade, ainda no final do século XIX.

Diversas áreas classificadas como ZEIS – Zonas Especiais de Interesse Social pelo Plano Diretor, onde estão instaladas favelas e cortiços ou para onde se prevê a construção de habitações de interesse social, sobrepõem-se às ZUPIs – Zonas de Uso Predominantemente Industrial, criadas pelo governo estadual a partir da década de 70, nas quais diversas indústrias foram sendo implantadas ao longo das últimas décadas (Figuras 3, 4 e 5). A construção de edificações em áreas que exijam algum tipo de tratamento prévio, em razão da existência de contaminação, certamente implicará o aumento de custos, fator fundamental nesse tipo de empreendimento, levando a uma situação que poderá ocasionar a sua inviabilização.

Áreas que se tornaram símbolos de degradação urbana revelam um grande potencial de transformação, tanto pela sua localização, muitas vezes próxima ao centro, como pela presença de uma boa infra-estrutura.

Algumas mudanças já podem ser verificadas em regiões como a Barra Funda, onde novos complexos empresariais e de eventos, hotéis e edifícios residenciais têm surgido nos últimos anos, ou as regiões da Mooca, da Vila Leopoldina e de Santo Amaro, que exibem vários exemplos de reutilização de antigos galpões industriais com novos usos e de lançamentos imobiliários em antigos terrenos industriais.

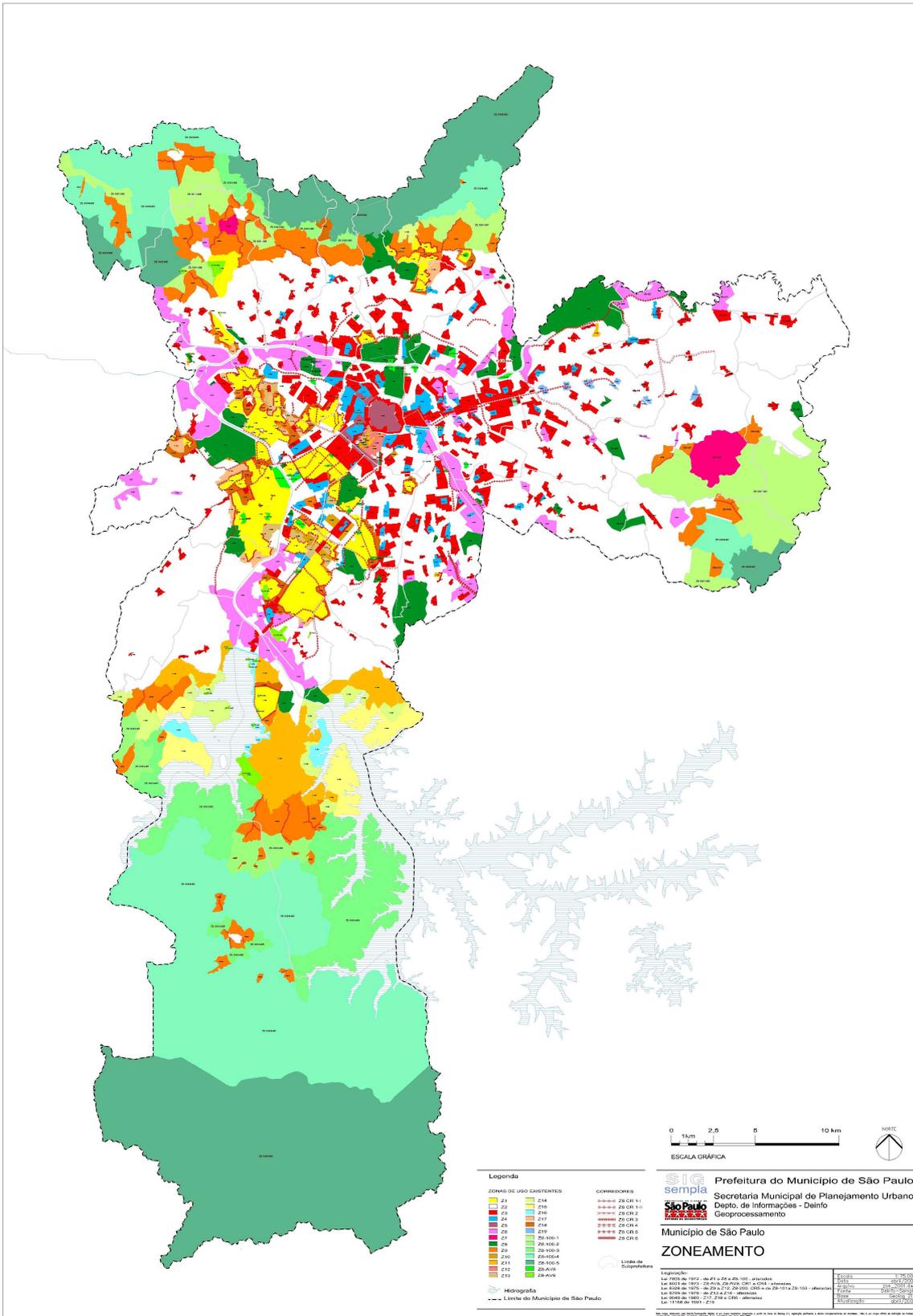
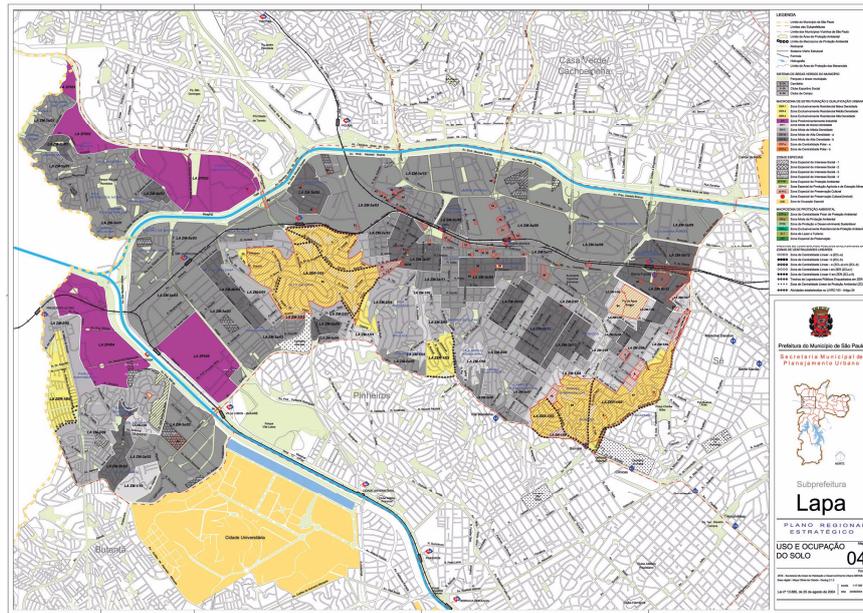


Figura 1: Município de São Paulo – Zoneamento anterior à Lei 13.885/2004

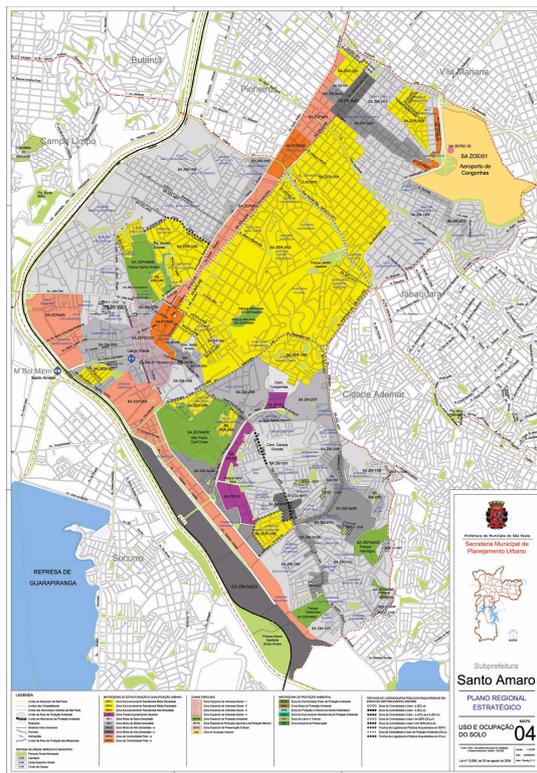
Fonte: Prefeitura do Município de São Paulo





**Figura 3: Subprefeitura da Lapa – Uso e Ocupação do Solo – Lei 13.885/2004**

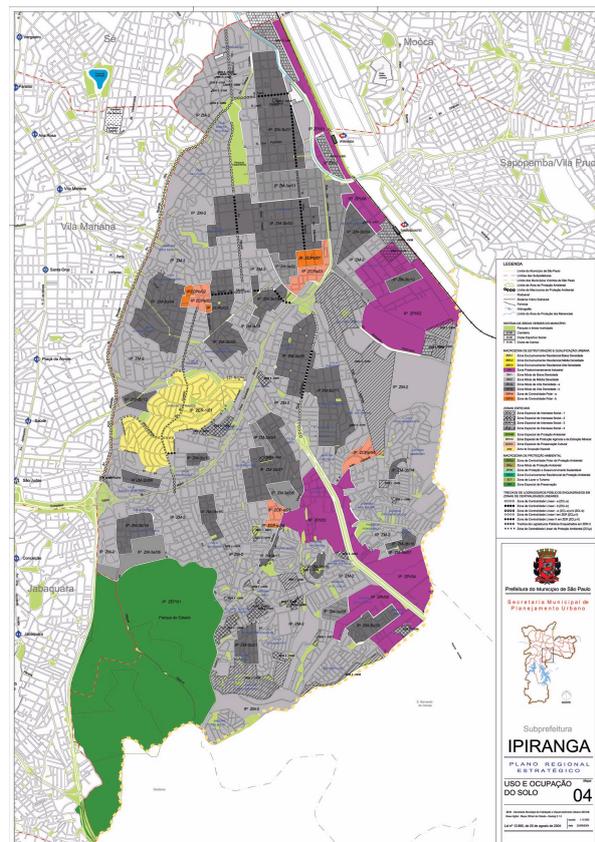
Fonte: Prefeitura do Município de São Paulo



**Figura 4: Subprefeitura de Santo Amaro**

**Uso e Ocupação do Solo - Lei 13.885/2004**

Fonte: Prefeitura do Município de São Paulo



**Figura 5: Subprefeitura do Ipiranga**

**Uso e Ocupação do Solo - Lei 13.885/2004**

Fonte: Prefeitura do Município de São Paulo

O Município de São Paulo dispunha de algumas operações urbanas, aprovadas e em fase de implementação, e o novo Plano Diretor Estratégico estabeleceu outras nove, estando algumas delas, como Diagonal Sul, Vila Leopoldina, Carandiru-Vila Maria e Celso Garcia, dentro de perímetros que abrigaram, ou ainda abrigam atividades industriais. Atualmente, é nessas áreas que se verifica um número crescente de lançamentos imobiliários residenciais e comerciais, o que é um forte indicativo da mudança de uso que vem ocorrendo como consequência da mudança do perfil econômico da cidade.

Além dos antigos terrenos industriais, postos de abastecimento de combustíveis e depósitos irregulares de resíduos, bastante freqüentes na periferia da cidade, também apresentam potencial de contaminação do solo. No caso dos postos, pode haver a migração dos gases resultantes da volatilização dos combustíveis para as galerias subterrâneas ou para o interior das edificações, provocando grandes riscos de explosão.

As chamadas “áreas órfãs”, que são terrenos abandonados, cujos proprietários são desconhecidos ou que pertencem a massas falidas, também podem estar incluídas entre aquelas com possíveis problemas de contaminação, o que dificulta bastante a adoção de medidas de recuperação, que só se viabilizariam através de programas com a utilização de recursos públicos, como acontece em outros países.

Preocupante é o reaproveitamento que grande parte das áreas anteriormente mencionadas vem tendo nos últimos anos, sem que se proceda a uma investigação prévia. Mais grave ainda são as situações nas quais ocorrem ocupações irregulares ou invasões desses locais, invariavelmente por populações de baixa renda, a exemplo do que aconteceu em 1998, num bairro da zona leste de São Paulo, o Jardim Keralux, quando um loteamento clandestino foi implantado sobre uma propriedade industrial desativada, na qual havia ocorrido o descarte de resíduos de hexaclorociclohexano, popularmente conhecido como BHC. O caso exigiu a retirada emergencial dos moradores e do material depositado no solo, diante da inexistência de políticas públicas relativas ao assunto.

Quando se trata de áreas contaminadas, a grande preocupação, sem dúvida, é o risco à saúde pública e ao meio ambiente, embora problemas de ordem econômica também sejam bastante significativos. Além da desvalorização dos imóveis, os custos envolvidos na remediação de um terreno e o tempo preciso para executá-la quase sempre desestimulam os seus proprietários a realizar investimentos nessa operação. Dependendo do grau de contaminação, esse valor pode ultrapassar aquele necessário à própria implantação do empreendimento desejado, o que acaba sendo um incentivo ao abandono do imóvel.

Do ponto de vista legal, o assunto ainda é muito controverso, especialmente com relação à responsabilização no caso de eventuais acidentes provocados pela contaminação.

As incertezas trazidas pelo tema remetem à necessidade urgente de sua incorporação às políticas públicas de desenvolvimento urbano, assim como da criação de mecanismos para a utilização segura dessas áreas e de incentivo à remediação dessas áreas.

### **1.3. Conceitos envolvidos no tratamento de áreas contaminadas**

O que se convencionou denominar de áreas contaminadas, de acordo com a definição da CETESB, diz respeito a terrenos, que apresentam comprovada poluição ou contaminação em razão da introdução de substâncias ou resíduos ali depositados, acumulados, armazenados, enterrados ou infiltrados de forma planejada, acidental ou natural <sup>17</sup>. Em geral, essas áreas causam ou podem causar riscos à saúde pública, ao meio ambiente ou a outros bens a proteger. Enquanto que, em áreas urbanas, elas estão relacionadas principalmente a regiões industrializadas e a locais de disposição de resíduos, em áreas agrícolas, estão vinculadas ao uso intensivo de agrotóxicos.

O meio mais diretamente afetado pela contaminação é o solo, embora em muitos casos haja uma grande possibilidade da passagem dos contaminantes para as águas subterrâneas. A poluição do solo distingue-se pelo caráter cumulativo e pela baixa mobilidade dos poluentes, ainda que os seus efeitos possam se difundir para além das regiões que os contenham, como nas situações de migração de gases e mesmo no transporte de contaminantes pelas águas subterrâneas.

O gerenciamento de áreas contaminadas tem como objetivo diminuir os riscos a que estão expostos a população e o meio ambiente, mediante o estabelecimento de medidas que visam ao conhecimento e à avaliação dos impactos dessas áreas, para a determinação dos instrumentos indispensáveis à definição das formas de intervenção mais adequadas em cada caso.

A metodologia utilizada pela CETESB no gerenciamento de áreas contaminadas, constante do manual editado por aquela instituição, fundamenta-se numa progressão da análise, por meio de etapas sucessivas, na qual as informações de uma etapa servirão de base para a execução da fase posterior.

---

<sup>17</sup> CETESB, GTZ. *Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas*. São Paulo, 2001.

Dessa forma, é possível classificar as áreas nas seguintes categorias: as potencialmente contaminadas, as suspeitas de contaminação e as contaminadas. A primeira delas compreende locais que já abrigaram ou ainda abrigam atividades que, por suas características, podem ter gerado contaminação, ao passo que no segundo grupo estão incluídas aquelas nas quais foram observados indícios que possam induzir à suspeição de contaminação. A terceira categoria abrange as áreas nas quais já está comprovada a existência de contaminantes que podem produzir impactos negativos à saúde humana e ao meio ambiente. Uma quarta categoria ainda pode ser considerada, a das áreas remediadas, que são aquelas que sofreram algum tipo de intervenção para a remoção, contenção ou tratamento dos contaminantes; ainda que tenham recebido algum tipo de tratamento, visando um determinado uso para o local, elas devem continuar a ser objeto de controle, principalmente pelo Poder Público, pois existe a possibilidade de terem um novo uso no futuro e para isso deverão passar por uma nova Avaliação de Risco, para que seja verificada a compatibilidade das condições do terreno ao uso proposto.

O processo de investigação de áreas potencialmente contaminadas, de acordo com os procedimentos estabelecidos pela CETESB, tem início com a Avaliação Preliminar que consiste basicamente numa avaliação do histórico de uso e ocupação do terreno. Numa etapa posterior, em se constatando indícios de contaminação, procede-se à Investigação Confirmatória, quando são realizadas análises laboratoriais de amostras de solo e das águas subterrâneas, com base em valores de referência de concentração de substâncias químicas internacionalmente adotados. Nas situações em que são constatadas concentrações acima daqueles valores, considera-se que a área está contaminada, o que pode requerer medidas de remediação.

A restauração das características originais de sítios contaminados é inviável em muitos casos por envolver processos que implicam altos investimentos, considerável tempo de execução e, dependendo da situação, a indisponibilidade de condições técnicas. Assim, o conceito de recuperação de áreas contaminadas é empregado para definir “o processo de aplicação de medidas corretivas necessárias para isolar, conter, minimizar ou eliminar a

contaminação, visando à utilização dessa área para um determinado uso”<sup>18</sup>, contrapondo-se ao princípio da “multifuncionalidade”, que pressupõe a reconstituição das características naturais do terreno, abrindo a possibilidade para todos os usos.

O Manual de Áreas Contaminadas da CETESB considera que o termo recuperação engloba também os de remediação e de compatibilização ao uso atual ou futuro da área. A remediação consiste na aplicação de técnicas a uma determinada área, tendo em vista a eliminação ou redução dos níveis de contaminação a níveis aceitáveis de riscos para a sua utilização, por meio da contenção e do tratamento dos contaminantes ali presentes. Os procedimentos que objetivam a adequação ao uso atual ou futuro do terreno procuram assegurar a inexistência de vias de transporte de contaminantes ou receptores expostos à contaminação.

De forma geral, a recuperação de áreas contaminadas envolve a aplicação de três categorias de medidas: as de remediação, as de controle institucional, constituídas por determinações de órgãos oficiais, visando a proteção da saúde pública e do meio ambiente, como o caso do estabelecimento de restrições de uso das águas subterrâneas em determinado local, e as de controle de engenharia, representadas por obras que evitam o contato direto da população com os contaminantes, sem a implementação de medidas de remediação, a exemplo do que ocorre com a construção de pisos impermeáveis utilizados como estacionamentos e quadras esportivas, ou mesmo a aplicação de sistemas de contenção em áreas de deposição de resíduos.

O conceito de *brownfield*, largamente utilizado quando se trata do gerenciamento de áreas contaminadas, pode ter diferentes significados, conforme o país. A Agência de Proteção Ambiental norte-americana (USEPA) emprega o termo para denominar as instalações industriais ou comerciais abandonadas, ociosas ou subutilizadas, cuja expansão ou reutilização é dificultada pela existência de contaminação ambiental real ou percebida como tal. No Reino Unido, o termo análogo *derelict land* designa qualquer sítio que

---

<sup>18</sup> CETESB, GTZ. Op. Cit.

tenha sido previamente ocupado ou edificado para um propósito não rural, geralmente remanescente de atividades industriais desativadas.

O termo *brownfield* é freqüentemente utilizado em oposição a *greenfield*, que indica aquelas áreas que ainda não foram ocupadas pelo processo de urbanização.

#### 1.4. O gerenciamento de áreas contaminadas

Marx ressalta a necessidade do homem de se manter num processo de contínuo intercâmbio com a natureza, no qual ele a transforma para que possa servi-lo. Para que isso ocorra da forma mais eficaz possível, é preciso que se tenha o conhecimento das leis naturais, cuja subsistência independe da vontade dos homens. Essas leis estariam socialmente condicionadas e se imporiam de forma diversa, conforme as circunstâncias históricas.

No entender de Engels, a liberdade não está na independência do homem em relação às leis naturais, mas no seu conhecimento e na possibilidade de fazê-las atuar a seu favor para atingir determinados fins <sup>19</sup>.

Quando se trata da produção do espaço urbano, o que se observa é uma constante tentativa de enfrentamento das condições naturais, com as conseqüências previsíveis como enchentes, surgimento de áreas de risco, aumento de temperatura, poluição em suas diversas modalidades, acarretando custos adicionais à gestão dessas áreas e mesmo aos sistemas produtivos. A origem da contaminação do solo e das águas subterrâneas, como visto anteriormente, está historicamente relacionada, entre outros aspectos, ao desconhecimento dos processos naturais.

A escassez de terrenos para a expansão urbana e mesmo a necessidade vital de preservação dos aquíferos, como nos países europeus, levou a maioria dos países industrializados a promover a recuperação de determinadas zonas urbanas, muitas vezes com mudança de uso, o que exigiu deles o enfrentamento das questões relativas à recuperação de áreas contaminadas.

O objetivo primeiro dessa recuperação é o de possibilitar o retorno dessas propriedades ao ciclo econômico, isto é, ao mercado, restituindo-lhes de certo modo o seu valor de troca, ainda que com as restrições impostas pelas limitações de seu uso.

---

<sup>19</sup> ENGELS, F. Op. Cit.

Como conseqüência da experiência acumulada e da implantação de políticas e de instrumentos específicos, diversos exemplos de sítios recuperados podem ser encontrados naqueles países.

O solo, suporte de grande parte da biodiversidade do planeta, tem recebido diversos tipos de substâncias nocivas ao longo do tempo, como se a sua capacidade de autodepuração fosse ilimitada. O caráter cumulativo e a mobilidade relativamente baixa de alguns poluentes nesse meio contribuem muito para que eles permaneçam por longos períodos de tempo, ocasionando riscos à saúde e ao meio ambiente.

A pouca visibilidade proporcionada por esse tipo de poluição dificulta a percepção das possíveis conseqüências da presença de contaminantes no solo, como a liberação de gases no ar, danos à flora e à fauna e, especialmente, a poluição das águas superficiais e subterrâneas.

De modo geral, a definição para área contaminada em diferentes países apresenta muitos pontos em comum, embora com algumas variações, conforme a ênfase que se dá a um ou outro aspecto do problema.

Sánchez (2001) identifica cinco tipos de abordagem dominantes com relação à questão dos sítios contaminados <sup>20</sup>. A primeira delas seria a da negligência, que se revela numa atitude de omissão e espera de que o problema se manifeste ou simplesmente permaneça desconhecido. Quando a solução é dada caso a caso, ainda na forma de ações desarticuladas, considera-se que ela é do tipo reativa.

Num patamar acima encontra-se a abordagem corretiva, que se resume na identificação, diagnóstico e recuperação, de forma planejada e sistemática. Nesta categoria enquadram-se os países industrializados que já vêm tratando da questão há algum tempo, embora alguns deles já estejam avançando em direção a uma visão preventiva do problema, o que inclui o fechamento de atividades com potencial de contaminação do solo e a prática de medidas que assegurem a desativação apropriada de empreendimentos.

---

<sup>20</sup> SÁNCHEZ, L.E. Op. Cit.

Nesse contexto, pode-se afirmar que no Brasil ainda predomina uma postura reativa, apesar de já se caminhar no sentido da adoção de uma atitude mais corretiva e até preventiva, no estado e no município de São Paulo.

Uma visão proativa da questão considera o conceito de ciclo de vida do empreendimento, que pressupõe um tempo finito para a existência da atividade e o planejamento de todas as etapas desse ciclo até o seu encerramento, de modo a evitar o surgimento de passivos ambientais, permitindo assim a utilização posterior do local com novos usos, de maneira segura.

Considerando o financiamento como requisito básico para viabilização da recuperação de sítios degradados, em especial os contaminados, Barczewski et al. (2003), citado por Marker (2003), reconhece três situações diferentes <sup>21</sup>. Na primeira encontram-se os terrenos, cujo valor imobiliário é tão mais alto que os custos de recuperação, podendo assim ser facilmente comercializados com recursos privados, sem a necessidade de financiamento e incentivos externos; na segunda estão concentradas as áreas nas quais a recuperação pode ser estimulada, mediante a realização de investimentos públicos ou mesmo por instrumentos legais e gerenciais, e a terceira categoria é representada por terrenos pouco interessantes para investimentos privados, portanto, de baixo valor imobiliário, onde a recuperação é praticamente impossível sem o financiamento público.

Não obstante a existência de políticas que tratam a questão prioritariamente sob a visão do controle de fontes de poluição, mais adequado seria considerá-lo como um problema ambiental-urbanístico. Nesse caso, o município assume um papel primordial, na medida em que, do ponto de vista da legislação brasileira, é de sua competência legislar sobre o uso e a ocupação do solo urbano.

No que se refere à paisagem urbana, a existência de sítios com potencial de contaminação traduz-se em cenários onde se destacam terrenos baldios, galpões e armazéns desocupados e inúmeras outras edificações em

---

<sup>21</sup> MARKER A. *A revitalização de áreas urbanas degradadas. Políticas, instrumentos e incentivos no cenário internacional*. Projeto Gestão Ambiental Urbana – PROGAU. Relatório de consultoria 01/01, 2003.

estado de contínua deterioração, fruto do processo de desindustrialização e da mudança de perfil de uma cidade predominantemente industrial para um centro de serviços, verificado durante as últimas décadas na cidade de São Paulo.

Nos Estados Unidos, a primeira lei federal sobre a matéria foi aprovada em 1980 com o *Comprehensive Environmental Response Compensation and Liability Act (CERCLA)*, que estabeleceu critérios para a declaração da contaminação, investigação e remediação, além das obrigações do responsável pelo dano. Esta lei instituiu o *Superfund*, o fundo nacional para identificação, caracterização e remediação de áreas contaminadas com maior risco, consideradas prioritárias, segundo a *National Priorities List – NPL*, que utiliza uma metodologia para a pontuação e a classificação dos locais denominada *Hazard Ranking System - HRS*. O *Superfund* tem recursos provenientes de taxas sobre o petróleo, sobre determinados produtos químicos e de um imposto cobrado de algumas empresas (*environmental tax income*).

O caráter restritivo dos padrões de remediação adotados e a aplicação ampla e retroativa da responsabilização jurídica pela contaminação, inicialmente fixados pelo *Superfund*, são apontados como fatores determinantes para a pouca efetividade desse fundo como instrumento de recuperação. A responsabilidade objetiva, nesse caso, determina que a reparação do dano independe da existência de culpa, o que possibilitaria a condenação do proprietário atual, mesmo não sendo o causador da contaminação, embora preservando o seu direito de ser ressarcido pelo verdadeiro responsável, por meio de ação cível.

Em 1986 é aprovado o *Superfund Amendments and Reauthorization Act – SARA*, que determina a disponibilização de recursos para a remediação de locais contaminados por vazamento de combustíveis em postos de serviços, além de revisões do *HRS*.

A partir dos anos 90 outros mecanismos legais são criados na tentativa de solucionar os problemas até então detectados. Em 1994 foi estabelecido o *EPA Brownfields Program* com o objetivo de flexibilizar a reutilização econômica dos *brownfields*, por meio do favorecimento de usos menos exigentes de solos contaminados e de incentivos fiscais.

A lei federal *The Small Business Liability Relief and Brownfield Revitalization Act*, de 2002, define regras mais maleáveis quanto à responsabilização legal e financeira, sob determinadas circunstâncias, isentando dos custos das medidas reparadoras os pequenos geradores de *brownfields*, as organizações sem fins lucrativos e os geradores economicamente falidos. Além desses, a lei isenta da responsabilidade legal e financeira, de forma total ou parcial, os compradores de terrenos que tenham procedido a todas as investigações obrigatórias e posteriormente venham a descobrir a existência de passivos ambientais.

Além do nível federal, diversos estados e municípios americanos também mantêm programas de incentivo à revitalização de *brownfields*.

Ainda nos Estados Unidos, o *Comprehensive Environmental Response Compensation and Liability Act (CERCLA)* exige a elaboração, pela *Agency for Toxic Substances and Disease Registry - ASTDR* e a *Environment Protection Agency - EPA*, de uma lista, em ordem de prioridade, das substâncias encontradas com maior frequência nas áreas incluídas na *National Priorities List - NPL*, considerando o potencial de risco à saúde humana em razão do grau de toxicidade. O Quadro 1 traz uma compilação das informações da ASTDR acerca das dez primeiras substâncias constantes da última lista, atualizada no ano de 2005.

Ainda na América do Norte, o Canadá deu início ao Programa Nacional de Recuperação de Áreas Contaminadas por meio do *Canadian Council of Ministers of the Environment*, em 1989, com uma abordagem mais simplificada em relação aos Estados Unidos. Entre as principais atividades previstas pelo programa estão a identificação, a avaliação e a remediação de áreas contaminadas, a provisão de fundos para sítios órfãos, a elaboração de padrões de qualidade para solos contaminados e o desenvolvimento de tecnologias de remediação.

O programa canadense conta também com o Sistema Nacional de Classificação – NCS, criado em 1990, que identifica áreas prioritárias mediante a atribuição de pontuação a características ou fatores, considerando o impacto

real ou potencial de terrenos contaminados, em relação à saúde humana e ao meio ambiente.

Na Europa, diversos países apresentam experiências no campo do gerenciamento de áreas contaminadas, com destaque para a Alemanha, a Holanda, a Grã-Bretanha, a Bélgica e a França, prevalecendo aqui o princípio do poluidor-pagador, porém com mecanismos para beneficiar proprietários de terra inocentes. O financiamento das atividades de remediação é geralmente realizado através de fundos públicos específicos de cada país, ou de programas da União Européia como os fundos estruturais ERDF (*European Regional Development Fund*), que objetivam reduzir as desigualdades regionais na Europa, e URBAN, destinado à recuperação econômica e social de cidades.

A partir da década de 90, além dos programas de financiamento, os países europeus empreendem alguns projetos com a finalidade de discutir as questões relacionadas ao desenvolvimento urbano, incluindo pesquisas voltadas à revitalização de sítios degradados. Entre os projetos criados no âmbito da Comissão Européia estão o CLARINET (*Contaminated Land Rehabilitation Network for Environmental Technologies*), o RESCUE (*Regeneration of European Sites in Cities and Urban Environments*) e o CABERNET (*Concerted Action on Brownfield and Economic Regeneration Network*).

De modo geral, podem ser identificados alguns preceitos comuns aos países europeus como a necessidade da prevenção e do controle da poluição, o princípio do poluidor-pagador com mecanismos para proteger o proprietário inocente e a consideração do risco nas etapas de identificação, priorização e avaliação nas ações de remediação.

Até o ano de 1998, a legislação relacionada ao assunto na Alemanha restringia-se ao nível estadual, quando foi aprovada a Lei Federal de Proteção do Solo, posteriormente regulamentada pela Portaria de Proteção do Solo. Esta última define valores-limite de concentração de substâncias tóxicas no solo para investigação e remediação de áreas contaminadas, considerando os usos para *play-grounds*, residências, parques, indústria e comércio.

O processo de remediação de um determinado local consolida-se no Contrato de Remediação, que determina o nível de descontaminação considerando o uso futuro e as obrigações das partes envolvidas.

A legislação alemã prevê a investigação de áreas contaminadas em etapas graduais com procedimentos definidos para cada fase, iniciando-se com o levantamento do seu histórico de uso e ocupação e prosseguindo à medida que se constatarem evidências da presença de poluentes no solo. Não por acaso os procedimentos adotados no Brasil, especialmente em São Paulo, guardam grande semelhança com aqueles definidos pelo modelo alemão, pois a metodologia de investigação preconizada pela CETESB foi elaborada com a colaboração da agência de cooperação alemã GTZ.

Seguindo o princípio do poluidor-pagador, o causador do dano é o responsável pela sua recuperação. No caso alemão, se o proprietário do terreno não causou a contaminação ou desconhecia a sua existência ao adquiri-lo, a sua responsabilidade limita-se aos custos de remediação até o valor de mercado da área.

A Alemanha dispõe de diversos programas de crédito e incentivos para a revitalização de áreas degradadas em nível estadual. As *Landesentwicklungsgesellschaften* -LEGs, por exemplo, são sociedades de economia mista financiadas por recursos públicos e privados, criadas para promover o desenvolvimento regional por meio de ações de planejamento e de implementação de projetos de habitação e urbanização. Criadas por lei em diversos estados alemães e financiadas com recursos estaduais, as LEGs são responsáveis por um grande número de revitalizações em terrenos contaminados.

Na Holanda, a escassez de terras e a importância da preservação do solo levaram à promulgação de leis, entre 1983 e 1987, estabelecendo a necessidade da manutenção da multifuncionalidade dos solos e o seu restabelecimento, em caso de sua alteração. Em 1983 foi publicada a primeira lei específica (*Soil Cleanup Act*), posteriormente incorporada à lei de proteção do solo, que determinava a necessidade das províncias de submeterem aos

órgãos governamentais um programa anual para remediação dos casos mais graves de contaminação.

A Holanda ainda foi o primeiro país a adotar padrões de qualidade para o solo e a água subterrânea, criando o “Sistema ABC” ou Lista Holandesa, que fixou valores de referência, divididos em três classes, de acordo com os objetivos de uso. Em 1994, ocorre a mudança do critério ABC, em função da consideração do aspecto da mobilidade dos poluentes no solo, além da concentração, com a conseqüente mudança de denominação das categorias de A, B e C para S (níveis de referência, permitindo qualquer tipo de uso do solo), T (alerta, indicando risco à saúde e aos ecossistemas e revelando a necessidade de investigação) e I (intervenção, indicando necessidade de trabalhos de remediação).

A instituição de cinturões verdes ao redor das grandes cidades da Grã-Bretanha, a partir dos anos 50, constituiu-se em importante mecanismo para o controle do avanço da urbanização sobre aquelas regiões e, indiretamente, induziu ao reuso de terrenos vagos ou abandonados em áreas urbanas, geralmente remanescentes de antigas indústrias desativadas. Ao longo do tempo, foram sendo criados outros instrumentos que, de alguma forma, promoveram o incentivo à reocupação daquelas áreas, como a subvenção aos terrenos abandonados (*Derelict Land Grant – DLG*), atualmente integrada a um orçamento único de regeneração, as zonas de empreendimento (*Enterprise Zones – EZ*), com isenção de impostos para a implantação de empresas em determinadas zonas demarcadas na cidade, e as corporações de desenvolvimento urbano (*Urban Development Corporations – UDC*).

Propriedades contaminadas ou com apenas algum grau de remediação eram freqüentemente adquiridas por empreendedores imobiliários antes de 1980, mas com a crescente preocupação em torno de questões ambientais e, principalmente, com o aperfeiçoamento da legislação pertinente, os investidores têm se precavido cada vez mais durante a compra de imóveis, mesmo assim com o receio do surgimento de leis mais exigentes no futuro.

O número de casos brasileiros conhecidos de áreas remediadas é extremamente reduzido em virtude da indefinição de aspectos legais,

administrativos e econômicos relacionados ao tema, que só recentemente vêm sendo objeto de preocupação do poder público e da iniciativa privada. Na prática, somente o estado de São Paulo, através da CETESB, tem um trabalho sistematizado a respeito do tema. Mais recentemente, o município de São Paulo, por meio do Grupo Técnico Permanente de Áreas Contaminadas da Secretaria do Verde e do Meio Ambiente, vem criando procedimentos para a avaliação de imóveis com potencial de contaminação, dentro dos processos de aprovação de projetos de parcelamento do solo e de edificações.

Como forma de precaução, muitos compradores de imóveis têm exigido a realização de investigações por empresas especializadas, para verificar a existência de poluentes no solo, antes da efetivação do negócio em terrenos que tenham abrigado atividades com potencial de contaminação. Sabe-se que alguns sítios têm sido remediados por iniciativa de seus proprietários, de forma sigilosa e sem o conhecimento do poder público, em razão do receio de que a divulgação do fato possa causar transtornos com os moradores do entorno e, principalmente, de uma possível desvalorização do terreno ou dificuldade de sua comercialização.

O município de São Paulo tem se preparado para atuar no gerenciamento de áreas contaminadas, por meio de legislação específica e da criação de procedimentos para o seu atendimento na Secretaria do Verde e do Meio Ambiente, especialmente na análise de processos que tratam de projetos de parcelamento, uso e ocupação do solo, embora as resistências ao tema por parte do setor privado e mesmo de setores da própria municipalidade ainda sejam muito grandes.

A maior parte de casos de recuperação de áreas contaminadas conhecidos no Brasil ainda é representada por postos de abastecimento de combustível, em função de legislação específica, e por antigos aterros de resíduos transformados em parques, nem sempre de modo adequado.

**QUADRO 1 – Lista de Substâncias Perigosas Prioritárias do CERCLA \* (2005)**

| <b>Contaminantes</b> | <b>Características relevantes</b>  | <b>Fontes de contaminação</b>  | <b>Vias de exposição</b>  | <b>Conseqüências para a saúde</b>   |
|----------------------|--|--|---|---|
| <b>Arsênio</b>       | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ocorrência natural no meio ambiente</li> <li>- arsênio inorgânico, quando combinado com oxigênio, cloro ou enxofre</li> <li>- arsênio orgânico, quando combinado com carbono ou hidrogênio</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- preservação de madeira com compostos de arsênio inorgânico</li> <li>- utilização de pesticidas com compostos de arsênio orgânico</li> <li>- disposição inadequada em depósitos de resíduos perigosos</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ingestão de alimentos e água contaminados</li> <li>- respiração de ar contaminado</li> <li>- contato dermal com solo ou água</li> <li>- aspiração (serragem ou fumaça resultante da queima de madeira tratada com compostos de arsênio)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ingestão de arsênio inorgânico:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>. em grandes doses, pode levar à morte;</li> <li>. em pequenas doses, pode causar irritação estomacal e intestinal</li> <li>. pode reduzir produção de hemácias e leucócitos</li> </ul> </li> <li>- arsênio inorgânico considerado cancerígeno por diversos órgãos americanos</li> <li>- aspiração de grandes quantidades de arsênio inorgânico pode levar a dor de garganta e irritação dos pulmões</li> </ul> |
| <b>Chumbo</b>        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- metal de ocorrência natural no meio ambiente</li> <li>- não degradável no meio ambiente, mas seus compostos são alterados por radiação solar, água e ar</li> <li>- capacidade de percorrer longas distâncias quando liberado no ar, antes de se depositar no solo</li> <li>- capacidade de fixar-se fortemente às partículas do solo</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- utilizado na fabricação de baterias, munição, produtos de metal (soldas e tubos) e aparatos de proteção contra raio X</li> <li>- diminuição drástica de chumbo na gasolina, tintas, produtos de cerâmica, impermeabilização e solda de tubos</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ingestão de alimentos e água contaminados</li> <li>- respiração de ar contaminado em locais de trabalho que o utilizam</li> <li>- aspiração de poeira em locais com pintura deteriorada à base de chumbo</li> </ul>                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ingestão ou aspiração de chumbo pode afetar o sistema nervoso</li> <li>- exposição em altos níveis causa danos ao sistema reprodutivo, ao cérebro ou aos rins e pode levar à morte</li> </ul>  |

| <b>Contaminantes</b>                 | <b>Características relevantes</b>  | <b>Fontes de contaminação</b>   | <b>Vias de exposição</b>   | <b>Conseqüências para a saúde</b>   |
|--------------------------------------|--|---|--|---|
| <b>Mercurio</b>                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- metal de ocorrência natural no meio ambiente, sob diferentes formas</li> <li>- mercúrio inorgânico, quando combinado com oxigênio, cloro ou enxofre</li> <li>- mercúrio orgânico, quando combinado com carbono</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- utilização na produção de gás clorídrico, amálgamas para uso dental, soda cáustica, termômetros e baterias</li> <li>- sais de mercúrio utilizados eventualmente em cremes clareadores de pele, cremes antissépticos e unguentos</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ingestão de alimentos contaminados por metilmercúrio</li> <li>- respiração de ar contaminado ou contato dermal em locais de trabalho que o utilizam</li> <li>- aspiração de vapores de incineradores e indústrias que queimam combustíveis que contenham mercúrio</li> <li>- liberação de mercúrio de serviços dentais e tratamentos médicos</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- afetação do sistema nervoso por todas as formas de mercúrio</li> <li>- altos níveis de exposição de mercúrio metálico, inorgânico ou orgânico podem causar danos cérebro, aos rins e fetos em desenvolvimento</li> <li>- altos níveis de exposições por curtos períodos podem causar danos aos pulmões, náusea, vômitos, diarreia, aceleração dos batimentos cardíacos, erupções cutâneas e irritação nos olhos</li> </ul> |
| <b>Cloreto de vinila</b>             | <ul style="list-style-type: none"> <li>- gás incolor manufaturado, facilmente inflamável e instável em altas temperatura</li> <li>- pode ser formado a partir da degradação de substâncias, como tricloroetano, tricloroetileno e tetracloroetileno</li> </ul>     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- utilização na fabricação de policloreto de vinila (PVC)</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- respiração de ar contaminado proveniente de indústrias de plástico, áreas de deposição de resíduos perigosos e aterros</li> <li>- ingestão de água de poços contaminados</li> <li>- contato dermal ou com os olhos em locais de trabalho que utilizem a substância</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- aspiração de altos níveis de cloreto de vinila por curtos períodos pode causar vertigem, sonolência, inconsciência e, em níveis muito altos, a morte</li> <li>- aspiração por longos períodos pode resultar em danos permanentes ao fígado, inclusive câncer, danos nervosos</li> </ul>  |
| <b>Bifenilas policloradas (PCBs)</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- mistura de mais de 209 compostos clorados individuais, caracterizados como substâncias líquidas oleosas ou sólidas incolores ou levemente amareladas</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- utilização como resfriantes ou lubrificantes na produção de antigos transformadores, capacitores e outros equipamentos elétricos</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ingestão de alimentos ou água contaminados</li> <li>- respiração de ar contaminado, especialmente na proximidade de áreas de deposição de resíduos perigosos</li> <li>- no contato direto com antigos equipamentos elétricos que utilizam PCBs, ou em conseqüência de acidentes, incêndios ou vazamentos</li> </ul>                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- exposição a grandes quantidades de PCBs podem causar acnes e erupções cutâneas</li> <li>- estudos em trabalhadores têm indicado que PCBs estão associados a determinados tipos de câncer, como de fígado e do trato biliar</li> </ul>  |

| <b>Contaminantes</b>                           | <b>Características relevantes</b>   | <b>Fontes de contaminação</b>  | <b>Vias de exposição</b>   | <b>Conseqüências para a saúde</b>  |
|--|---|--|--|--|
| <b>Benzeno</b>                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- substância química formada por processos naturais e atividades humanas</li> <li>- alta inflamabilidade e evaporação muito rápida no ar</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- utilização na fabricação de plásticos, resinas, nylon, fibras sintéticas e alguns tipos de borrachas, lubrificantes, corantes e pesticidas</li> <li>- fontes naturais: vulcões, incêndios florestais e como componente natural de óleos crus, gasolina e fumaça de cigarro</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- respiração de ar contaminado, vapores de produtos que contenham benzeno (cola, tintas, ceras, detergentes, etc.)</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- respiração de níveis muito altos de benzeno podem resultar em morte, enquanto altos níveis podem causar sonolência, vertigem, aceleração dos batimentos cardíacos, dores de cabeça, tremores, confusão e inconsciência</li> <li>- ingestão de alimentos com altos níveis de benzeno: vômito, irritação estomacal, vertigem, falta de sono, convulsões, aceleração dos batimentos cardíacos e morte</li> <li>- exposições de longo prazo: efeitos prejudiciais às medula óssea e decréscimo na produção de hemácias</li> </ul> |
| <b>Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- grupo composto por mais de 100 substâncias químicas formados durante a combustão incompleta de carvão, óleo e gasolina, lixo e outras substâncias orgânicas como tabaco ou carne assada em carvão</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos, são encontrados no alcatrão de hulha, óleo cru, creosoto (preservação de madeira), e alguns deles são utilizados na fabricação de medicamentos, corantes, plásticos e pesticidas</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- respiração de ar contaminado</li> <li>- ingestão de alimentos, água ou leite contaminados</li> <li>- contato com o ar, a água ou o solo próximo de áreas com deposição de resíduos perigosos</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos são considerados prováveis substâncias cancerígenas</li> </ul>  |
| <b>Cádmio</b>                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- elemento químico, usualmente encontrado como mineral combinado com outros elementos</li> <li>- não degradável no meio ambiente, com possibilidade de alteração de formas</li> <li>- capacidade de percorrer longas distâncias no ar, antes de se depositar no solo</li> <li>- capacidade de fixar-se fortemente às partículas do solo</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- utilização na fabricação de baterias, pigmentos, revestimentos metálicos e plásticos</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ingestão de alimentos contaminados</li> <li>- respiração de ar contaminado</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- respiração de ar com altos níveis de cádmio pode causar severos danos pulmonares, podendo levar à morte</li> <li>- ingestão de alimentos ou água com altos teores de cádmio pode causar severas irritações estomacais, com vômitos e diarreia</li> <li>- exposição a níveis mais baixos de cádmio no ar por longos períodos pode causar doenças renais, pulmonares e enfraquecimento dos ossos</li> </ul>   |

| <b>Contaminantes</b>         | <b>Características relevantes</b>   | <b>Fontes de contaminação</b>   | <b>Vias de exposição</b>   | <b>Conseqüências para a saúde</b>   |
|------------------------------|---|---|--|---|
| <b>Benzo (a) pireno</b>      | - substância pertencente ao grupo dos Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos | - Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos, são encontrados no alcatrão de hulha, óleo cru, creosoto (preservação de madeira), e alguns deles são utilizados na fabricação de medicamentos, corantes, plásticos e pesticidas | - respiração de ar contaminado<br>- ingestão de alimentos, água ou leite contaminados<br>- contato com o ar, a água ou o solo próximo de áreas com deposição de resíduos perigosos | - Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos são considerados prováveis substâncias cancerígenas |
| <b>Benzo (b) fluoranteno</b> | - substância pertencente ao grupo dos Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos | - Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos, são encontrados no alcatrão de hulha, óleo cru, creosoto (preservação de madeira), e alguns deles são utilizados na fabricação de medicamentos, corantes, plásticos e pesticidas | - respiração de ar contaminado<br>- ingestão de alimentos, água ou leite contaminados<br>- contato com o ar, a água ou o solo próximo de áreas com deposição de resíduos perigosos | - Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos são considerados prováveis substâncias cancerígenas |

\* **Quadro com** informações compiladas a partir de dados da *Agency for Toxic Substances and Disease Registry – ASTDR*, Estados Unidos

## **1.5. Aterros de resíduos sólidos como áreas com potencial de contaminação**

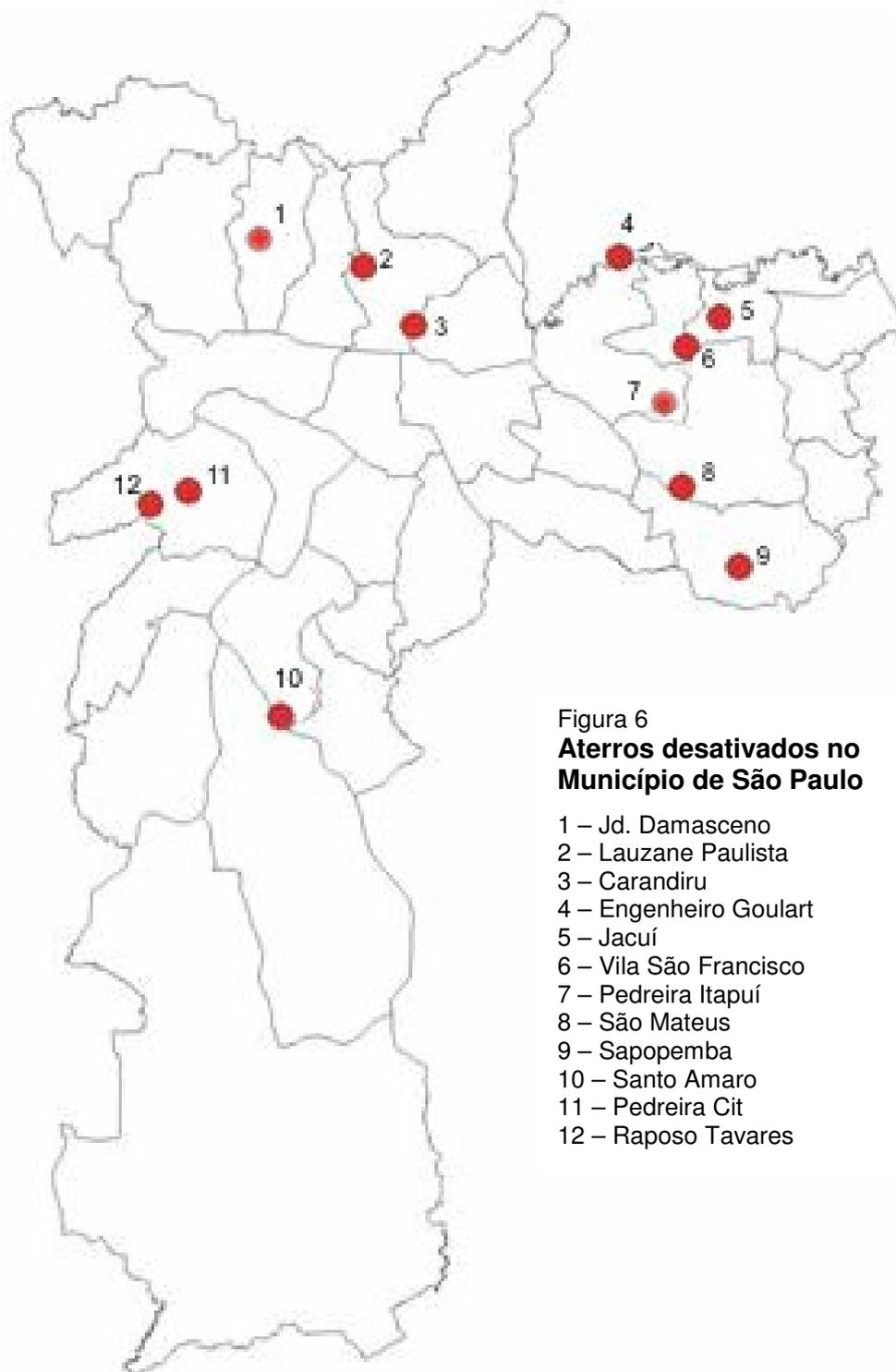
O ano de 1869 marca o início oficial dos serviços de limpeza pública na cidade de São Paulo, quando foi celebrado o primeiro contrato com uma empresa particular para a execução da coleta domiciliar. Durante décadas, todo o resíduo gerado foi lançado em lixões e somente em 1974 foi instalado o primeiro aterro do município, em Lauzane Paulista.

A maior parte das áreas utilizadas, desde então, para disposição final de resíduos sólidos domiciliares (Figura 6), exceto as mais recentes, não poderia ser enquadrada no conceito de aterro sanitário, por não obedecer a todos os requisitos técnicos necessários para tal. Muitas delas tiveram origem em cavas de mineração desativadas e, com o passar dos anos, foram sendo envolvidas pela urbanização, transformando-se em elementos estranhos à paisagem, dentro de zonas predominantemente residenciais.

É preciso lembrar que inúmeros locais, principalmente em regiões periféricas da cidade, vêm recebendo disposição clandestina de lixo onde se misturam resíduos inertes, domiciliares, industriais e de serviços de saúde, fato que aumenta significativamente o risco da existência de substâncias nocivas.

Os aterros, quando não construídos de acordo com as técnicas apropriadas, podem apresentar como principais problemas ambientais a emissão de gases, com riscos de explosividade ou ao serem inalados, a geração de chorume, líquido tóxico resultante da degradação do lixo, além da contaminação das águas subterrâneas e recalques provocados principalmente pelo peso próprio e pela degradação química e biológica do resíduo.

Como maior obstáculo ao reaproveitamento de aterros pode ser apontado o tempo necessário para que ocorra a degradação do material depositado, o que pode levar várias décadas. Algumas experiências têm sido realizadas no sentido de acelerar esse processo, através da introdução de certas substâncias que possam interferir nas reações químicas e nos processos biológicos que ocorrem no interior da massa de resíduos.



Entre as alternativas de reuso mais comuns dessas áreas estão os parques e os campos de golfe, ou a transformação dos gases gerados em combustível ou energia elétrica, como ocorre na usina piloto, recentemente

instalada no aterro sanitário Bandeirantes na zona oeste de São Paulo. A opção preferencial pela implantação de parques justifica-se, em princípio, pelos menores custos e pela relativa facilidade de transformação em comparação a outros usos. No caso específico da cidade de São Paulo, antigos aterros desativados têm sido freqüentemente objeto de estudo para a implantação de parques públicos, pelo fato de estarem localizados em zonas periféricas carentes de espaços verdes e por representarem grandes passivos ambientais.

Pelas suas particularidades, os aterros de resíduos apresentam diversos tipos de restrição, não só com relação à implantação de edificações e outras estruturas construídas, mas especialmente quanto ao plantio de vegetação, que sofre as influências das condições ambientais pouco favoráveis ao desenvolvimento de plantas em geral. Andrade (2000) aponta diversos fatores que costumam dificultar o crescimento das plantas nessa situação, entre os quais, a toxicidade devida à presença de metais e de gases gerados pela degradação dos resíduos, as características do solo de cobertura e a ocorrência de recalques diferenciais.

Aterros de resíduos inadequadamente projetados ou implantados certamente apresentarão problemas de contaminação. Em tais situações, a utilização de aterros, após o seu encerramento, deveria contemplar previamente, de forma prioritária, investigações a respeito da produção de gases, da estabilidade do maciço e da presença de contaminantes na água subterrânea. Teoricamente aterros sanitários projetados, implantados e operados como tais não deveriam permitir a infiltração de poluentes no solo e, conseqüentemente, a ocorrência de contaminação seria remota.

Os gases produzidos no interior da massa de resíduos e não controlados de forma apropriada podem prejudicar o desenvolvimento das raízes das plantas, além de causar riscos de explosividade e de inflamabilidade. A quantidade e o tipo de gases gerados dependem de aspectos, como a composição e o volume dos resíduos, a idade do aterro e a umidade. Em aterros de resíduos domiciliares, o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e o metano (CH<sub>4</sub>) constituem cerca de 95% do volume total de gases e têm efeito tóxico sobre a vegetação, quando presentes em altas concentrações, o mesmo ocorrendo com outros gases presentes em pequenas concentrações, como o gás

sulfídrico. Compostos orgânicos voláteis, entre os quais o benzeno, o tolueno, o tricloroetileno e o cloreto de vinila, podem estar presentes em outros tipos de aterros.

O metano e o dióxido de carbono ainda são conhecidos por serem os gases que mais contribuem para o surgimento do chamado Efeito Estufa, que consiste no aumento da retenção na atmosfera da radiação infravermelha refletida, em função do aumento da concentração de determinados gases, entre eles os dois já mencionados, provocando a elevação da temperatura na Terra.

A instalação de sistemas de drenagem de gases permite o seu escoamento e evita a sua migração para galerias de águas pluviais, redes de esgoto e outras redes subterrâneas de infra-estrutura, poços e fossas, além de ambientes fechados, reduzindo os riscos de ocorrência de explosões. As saídas desses sistemas geralmente são executadas com tubulações que se projetam acima do solo de cobertura, pouco agradáveis do ponto de vista estético, cujo acesso e permanência na área envoltória deveriam ser dificultados, o que pode ser conseguido com a disposição de espécies vegetais adequadas no entorno desses pontos.

A vegetação em coberturas de solo superficiais de aterros de resíduos cumpre as funções básicas de prevenir a erosão e de promover a retirada de água por processos de evapotranspiração. A seleção de espécies para o plantio depende, entre outros fatores, das características próprias de cada aterro, das condições ambientais locais e do uso que se pretende dar ao local, alertando para o fato de que as raízes não devem ultrapassar a camada do solo de cobertura, para evitar o comprometimento do sistema de drenagem e da impermeabilização superior. Em função de seu porte e de suas especificidades, as herbáceas possuem maior facilidade para se adequar a esses meios, ao passo que as espécies arbustivas e arbóreas encontram maior dificuldade de adaptação, especialmente quando exibem raízes mais profundas.

Porções do terreno que não receberam resíduos podem ser destinadas ao plantio de espécies que desenvolvam raízes mais profundas e, assim, formar massas de vegetação mais densas. É possível também produzir zonas

isoladas ao redor das raízes com a finalidade de evitar a influência dos gases, por meio da criação de elevações do solo, ou mediante a escavação de valas com dimensões suficientes para o desenvolvimento do sistema radicular, protegidas por geomembranas, onde se efetua o plantio.

O desenvolvimento de espécies vegetais na camada de cobertura de aterros de resíduos pode ocasionar o transporte de contaminantes para a superfície, pela absorção dessas substâncias pelas raízes que seriam conduzidas para as partes aéreas das plantas, possibilitando a sua incorporação à cadeia alimentar de outros seres.

Alguns metais pesados exercem a função de micronutrientes, necessários ao crescimento vegetal, porém outros podem ter efeitos tóxicos, interferindo no desenvolvimento normal das plantas, o que comumente se reflete na inibição do crescimento das partes aéreas, na diminuição da atividade fotossintética, entre outras conseqüências.

O desempenho de obras de remediação em aterros está relacionado, em grande parte, à manutenção da integridade do sistema de cobertura, o que exige o controle da implantação de estruturas, como fundações, postes, cercas e traves esportivas, e de escavações acidentais por animais, pelo público e outros agentes não autorizados.

A adoção de medidas visando o controle das águas pluviais envolve a construção de sistemas de drenagem e a conformação da camada de cobertura dos aterros, de modo a evitar a formação de superfícies planas e o empocamento de água, que podem afetar os objetivos da remediação. A utilização de superfícies pavimentadas impede a penetração de água e a sua percolação nos resíduos, funcionando em alguns casos como barreiras que impossibilitam o contato direto com contaminantes presentes no solo.

A implantação de redes de infra-estrutura pode interferir nos sistemas de cobertura e deve considerar a ocorrência de eventuais rupturas nas tubulações, recomendando a utilização de materiais dúcteis e conexões flexíveis, bem como de vazamentos para os quais se deve prever a instalação de mecanismos de monitoramento, como a disposição de trincheiras revestidas com geomembranas, que dirijam o fluxo de líquido para caixas de monitoramento.

## 1.6. As principais técnicas de remediação de áreas contaminadas

De forma sucinta, ao se confirmar a presença de poluentes, por meio de análises laboratoriais das amostras coletadas, procede-se à Investigação Detalhada, quando são efetuadas a quantificação da contaminação e a estimativa de sua extensão. Numa etapa posterior realiza-se a Avaliação de Risco, cujo objetivo é a identificação e a quantificação dos riscos gerados prioritariamente à saúde humana, ou a outros bens a proteger, como ecossistemas, produção agrícola, edificações e instalações de infra-estrutura urbana, com base em princípios físicos, químicos e biológicos, seguindo geralmente a metodologia desenvolvida pela Agência de Proteção Ambiental Americana - EPA.

Os resultados obtidos a partir da Avaliação de Risco servem de subsídio para definir as metas de remediação e as medidas corretivas necessárias para atingi-las, considerando sempre o uso futuro da área.

Como remediação considera-se a aplicação de técnicas para a remoção de poluentes a níveis compatíveis com a proteção da saúde humana, de acordo com o uso pretendido, ou ainda a contenção e o tratamento de poluentes, a fim de evitar a sua disseminação.

No processo de remediação são utilizadas diversas técnicas, cuja escolha dependerá de fatores como tipo de poluente, sua disseminação no solo e o risco que representam à saúde humana e aos bens a proteger, além do tipo de solo, das condições de circulação das águas subterrâneas e de aspectos econômicos. Muitas vezes é necessária a conjugação de mais de um tipo de técnica para se alcançar os objetivos da remediação. Essas técnicas podem ser divididas em dois grandes grupos: as conhecidas como *ex-situ* consistem na remoção e no tratamento do solo contaminado, que pode retornar ao local de origem, enquanto que as que promovem o tratamento do solo sem a necessidade de removê-lo são denominadas de *in-situ*.

A escavação do solo é uma solução geralmente adotada para casos em que há o volume de solo contaminado é pequeno. O material retirado pode ser destinado a aterros apropriados ou sofrer tratamento e devolvido ao local de

origem. A escavação exige certos cuidados como a cobertura do solo para evitar que partículas sejam levadas pelo vento ou pela chuva, além da utilização de material de proteção por trabalhadores.

O processo de lavagem de solos possibilita a remoção e a separação de porções mais contaminadas do material, reduzindo assim a quantidade de solo que possa necessitar de algum tipo de tratamento posterior como a biorremediação. Os produtos químicos tendem a aderir com mais facilidade a partículas menores do solo como silte e argila e estas, por sua vez, tendem a se fixar a partículas maiores como areia e pedriscos. A lavagem promove a separação do silte e da argila dos grãos maiores, e a água utilizada no processo é recolhida e tratada separadamente.

A incineração é uma técnica utilizada para a queima de solos ou resíduos contendo produtos químicos nocivos em fornos e, embora seja eficiente na destruição de substâncias como PCBs, solventes e inseticidas, não elimina metais e, dessa forma, as cinzas resultantes desse processo devem ser dispostos em aterros especiais como resíduos perigosos. Procedimento de alto custo, a incineração exige um controle muito rigoroso de temperatura com o objetivo de evitar a geração de dioxinas, que são poluentes orgânicos clorados, altamente cancerígenos.

Um dos métodos mais comumente empregados para a limpeza de águas subterrâneas é o de bombeamento (*pump and treat*), que consiste na retirada da água, por meio de um ou mais poços equipados com bombas até a superfície, onde passa por um processo de tratamento, que depende do tipo de contaminação, promovendo a remoção dos poluentes. A água tratada pode ser devolvida ao aquífero, ou descartada no sistema público de esgotos ou em algum corpo d'água superficial, e os resíduos sólidos eventualmente gerados durante o processo são considerados resíduos perigosos, devendo ter a destinação apropriada.

Quando a contaminação do solo, em zona não saturada, é devida à presença de gases, pode-se recorrer à extração a vácuo (*Soil Vapor Extraction – SVE*). Nesta técnica poços são conectados a bombas que injetam o vácuo continuamente no solo, captando as substâncias químicas transformadas em vapor, que são removidas por outros poços e devidamente tratadas, antes de

sua liberação para a atmosfera. Se a contaminação estiver localizada em zona saturada, pode-se utilizar a técnica de *Air Sparging*, que se resume na injeção de ar no solo por meio de poços, com o objetivo de provocar a volatilização de contaminantes, especialmente hidrocarbonetos, dissolvidos na água e adsorvidos no solo.

Outro método utilizado para se promover a limpeza de águas subterrâneas contaminadas são as barreiras reativas, compostas de paredes permeáveis construídas no solo. O fluxo de água, ao passar pelas barreiras, entra em contato com o material reativo, geralmente constituído de ferro, calcário ou carbono, que captura as substâncias químicas nocivas ou as transforma em substâncias inofensivas. O material reativo ainda pode ser misturado à areia para facilitar a permeabilidade das paredes.

A oxidação química emprega oxidantes, que degradam contaminantes presentes no solo e nas águas subterrâneas, como combustíveis, solventes e pesticidas, transformando-os em substâncias não nocivas. Os oxidantes são bombeados para o meio contaminado através de poços.

Escavar e remover material contaminado, como em áreas de deposição de resíduos, costuma ser um procedimento caro e de difícil execução, e uma medida freqüentemente adotada nessas situações é cobri-las com uma capa, que tem como finalidades evitar o contato de pessoas e animais com esse material, impedir a infiltração da água da chuva, que poderia levar à contaminação de aquíferos, e impedir a dispersão de partículas pelo vento. A cobertura geralmente é composta de diferentes camadas, a mais externa delas constituída de solo e grama ou outras espécies de plantas, que ajudam a absorver as águas pluviais e a evitar a erosão. Logo abaixo, uma camada de pedras e tubos funciona como sistema de drenagem e, a seguir, outra camada formada por argila, envolvida por uma membrana sintética denominada geotêxtil, bloqueia a saída de gases e a entrada de água remanescente.

A biorremediação utiliza processos naturais para promover a degradação de compostos orgânicos pela ação de microorganismos, que os transformam em água e gases inofensivos como o gás carbônico. Os microorganismos, naturalmente presentes no meio ou nele introduzidos,

dependem da existência de condições favoráveis de temperatura, nutrientes e oxigênio, tanto no solo como nas águas subterrâneas.

A fitorremediação é uma técnica que se caracteriza pela utilização de processos naturais das plantas para a remoção de poluentes do solo, de lodos, de sedimentos e das águas.

De baixo custo e fácil implementação, a fitorremediação é uma opção econômica para situações, como áreas de grande extensão e pequenos níveis de contaminação por poluentes orgânicos, metais ou fertilizantes, em profundidades rasas e sem risco iminente à saúde. Como solução permanente, quando atinge a eliminação total da contaminação, ou como solução intermediária, associada a outras técnicas, oferece uma alternativa de tratamento *in situ*, além de poder ser empregada com finalidades estéticas, integrando-se a projetos paisagísticos.

Nos Estados Unidos essa técnica tem sido aplicada em áreas como faixas de passagem de dutos, aterros industriais e municipais, campos agrícolas, locais de tratamento de madeira, postos de combustível, bases militares, estações de tratamento de esgoto e minerações. Estudos realizados naquele país têm indicado o potencial do emprego de plantas no tratamento de diversos contaminantes, que incluem hidrocarbonetos de petróleo, benzeno, tolueno, etilbenzeno e xileno (BTEX), hidrocarbonetos poliaromáticos (PAH), bifenilas policloradas (PCB), tricloroeteno e outros solventes clorados, resíduos de munição e explosivos, metais pesados, pesticidas, radionuclídeos, denominação normalmente dada aos átomos instáveis, e nutrientes, como fosfatos e nitratos.

De acordo com o processo físico ou biológico envolvido, a fitorremediação atua por meio de diferentes mecanismos descritos a seguir:

- controle hidráulico: captação de plumas de contaminação presentes em aquíferos, através do plantio de árvores e gramíneas, criando-se uma barreira hidrostática com as raízes, objetivando conter ou controlar a sua migração para outras áreas;

- fitodegradação: degradação dos contaminantes captados do solo e das águas subterrâneas no interior das células vegetais pela ação de enzimas, transformando-os em dióxido de carbono e água;
- fitoextração: absorção de contaminantes, especialmente de metais, que se acumulam nas raízes ou nas partes aéreas das plantas, que podem ser colhidas e devidamente destinadas;
- fitoestabilização: limitação da mobilidade e da biodisponibilidade do contaminante no solo, mediante processos como adsorção, absorção e acumulação pelas raízes ou precipitação na rizosfera (zona radicular das plantas);
- fitovolatilização: captação de compostos orgânicos voláteis (VOC) pelas raízes das plantas, com a liberação do contaminante ou de sua forma modificada menos tóxica para a atmosfera, através do mecanismo da transpiração, o que pode exigir a adoção de procedimentos relativos ao monitoramento do ar;
- rizodegradação: degradação de contaminantes que ocorre na rizosfera, onde a atividade de microorganismos e fungos é favorecida, contribuindo para a metabolização de contaminantes orgânicos;
- rizofiltração: remoção ou concentração de contaminantes, particularmente de metais, de um meio aquoso, como águas superficiais ou subterrâneas, através do sistema radicular das plantas. A construção de áreas alagáveis conhecidas como *wetlands* utiliza o mecanismo de rizofiltração, para promover o tratamento de águas contaminadas e chorume.

A seleção da espécie vegetal na fitorremediação depende basicamente de sua capacidade de efetuar o tratamento do contaminante focado, promovendo a sua extração ou a sua degradação a substâncias atóxicas ou menos tóxicas. Como fatores complementares devem ser considerados a adaptabilidade às condições locais de clima e solo, o rápido crescimento, a profundidade do sistema radicular, a facilidade de plantio e manutenção, além da facilidade de captar uma grande quantidade de água e eliminá-la pelo mecanismo da evapotranspiração.

Apesar das vantagens apresentadas por esta técnica, é necessário que sejam avaliadas as condições específicas do local, para se verificar a conveniência de sua aplicação, visto que a fitorremediação também possui as suas limitações. A primeira delas diz respeito aos prazos mais longos requeridos para a remediação, principalmente por estar sujeita à taxa natural de crescimento das plantas, que por sua vez depende das condições climáticas e do solo. Dessa forma, recomenda-se que sejam ponderados os riscos decorrentes da existência de um período de tempo para que a vegetação se estabeleça e comece a atuar efetivamente no processo de tratamento da contaminação.

Níveis muito altos de contaminação, cujas concentrações sejam tóxicas para as plantas também podem impedir o uso da fitorremediação. Eventuais efeitos na cadeia alimentar, elevação de custos de monitoramento em função de taxas de remediação mais lentas, além dos custos necessários para a colheita e disposição final adequada dos resíduos são fatores que influenciam a escolha desta técnica.

A limpeza de solos e águas subterrâneas contaminadas ainda pode acontecer através da atenuação natural, que se baseia nos processos que ocorrem naturalmente, sob diferentes formas. Contaminantes químicos podem ser transformados em água e gases inofensivos pela ação de micróbios existentes nesses meios, após a digestão, ou se fixarem no solo, impedindo o seu deslocamento. A movimentação dos contaminantes também possibilita a sua mistura a águas subterrâneas limpas, com a conseqüente diluição ou redução da sua concentração. Os gases resultantes da evaporação de óleos e solventes contidos no solo podem ser eliminados pela radiação solar. Entretanto, a atenuação natural é mais efetiva se a fonte poluidora é previamente removida, e só se concretiza se as condições necessárias para a sua realização estiverem presentes.

A construção de *wetlands*, já mencionadas anteriormente, surge como uma outra alternativa no tratamento de águas contaminadas, geralmente associada à fitorremediação, além de surgir como opção no tratamento secundário de esgotos municipais e industriais e no tratamento da drenagem de minas, que pode conter concentrações de diversos tipos de metal.

As *wetlands* naturais são áreas de transição entre a água e a terra, que se caracterizam como áreas úmidas permanentemente ou por longos períodos, mantendo o substrato saturado, o que limita a vegetação às espécies adaptadas às condições de pouco oxigênio. A pequena profundidade das águas, a baixa correnteza e a própria vegetação favorecem o depósito de sedimentos e de matéria orgânica e inorgânica, produzindo um ambiente propício à sobrevivência de uma grande diversidade de microorganismos.

As *wetlands* construídas constituem-se de bacias especialmente projetadas para reproduzir as condições e as funções básicas de áreas alagadiças naturais, o que compreende a melhoria da qualidade da água, a retenção das águas pluviais, a circulação de nutrientes e outros materiais, a manutenção da flora e da fauna, além da criação de situações favoráveis ao aproveitamento paisagístico e ao desenvolvimento de atividades recreativas. As *wetlands* são compostas essencialmente de três elementos: água, substrato e plantas.

O aspecto hidrológico surge então como fator fundamental, por se constituir no elo de ligação entre todas as funções de uma *wetland*. Assim, extensas superfícies de água com pouca profundidade sofrem influência direta das precipitações e da evapotranspiração, e a densidade da vegetação provoca alterações nos fluxos de água e nas condições de exposição ao sol e ao vento.

Para a formação do substrato são utilizados materiais como solo, areia, pedregulhos, rochas e matéria orgânica, que com o tempo acabam recebendo sedimentos e resíduos, em virtude da baixa velocidade da água. Além de sustentar grande parte dos organismos vivos nesse ambiente, essa camada facilita a ocorrência de reações químicas e biológicas e funciona como depósito para muitos contaminantes.

As plantas que compõem esse ecossistema consistem, em regra, de espécies que toleram saturação permanente ou periódica, desempenhando importantes funções que incluem a estabilização do solo e dos sedimentos e a remoção de nutrientes e substâncias orgânicas da água, entre outras. As plantas aquáticas submersas, por exemplo, contribuem para a eliminação do dióxido de carbono e a elevação do nível de oxigênio dissolvido nas águas

superficiais, enquanto as macrófitas enraizadas transportam o oxigênio da atmosfera para os sedimentos.

As plantas também liberam compostos de carbono, resultantes do processo de fotossíntese, como nutrientes para os microorganismos e, ao interceptar os raios solares, controlam a proliferação de algas que, embora contribuam para a produção de oxigênio, quando em excesso, liberam quantidades indesejáveis de sólidos em suspensão e elevam os níveis de DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio.

De modo geral, as espécies presentes em *wetlands* podem ser classificadas em herbáceas e lenhosas, sendo que as primeiras podem ser divididas em hidrófitas, quando se fixam ao solo ou aos sedimentos, e as que flutuam livremente. As hidrófitas, por sua vez, podem estar totalmente submersas na água, a exemplo de algumas ervas aquáticas, ou parcialmente submersas em águas rasas ou solos saturados, como junco e papiro. Podem, ainda, estar fixadas ao fundo por longas hastes e ter as folhas flutuantes na superfície da água, como os lírios aquáticos.

Árvores e arbustos, normalmente encontrados em solos saturados, representam as espécies lenhosas nesse ecossistema e se caracterizam pela presença de raízes adventícias, raízes de escora e outras estruturas características, embora não sejam usuais no tratamento de poluentes em *wetlands*.

Os tipos de *wetlands* construídas mais comuns são as de fluxo superficial e as de fluxo subsuperficial. As primeiras consistem de bacias rasas no solo ou em outro meio capaz de sustentar as raízes da vegetação, com a superfície de água diretamente exposta à atmosfera. As plantas, nesses sistemas, devem suportar condições de solo anaeróbicas e de saturação permanente. Apesar de exigirem áreas maiores para a sua implantação, as *wetlands* de fluxo superficial apresentam custos de construção menores e proporcionam uma disponibilidade maior de habitats para a vida selvagem, tornando-as similares a áreas brejosas naturais.

*Wetlands* de fluxo subsuperficial são projetadas de forma que a água flua abaixo da superfície, através do substrato, geralmente constituído de areia,

pedregulhos, rochas ou mesmo solo em alguns casos. Este sistema, por suas próprias características, reduz o risco de exposição a substâncias tóxicas, o que o torna adequado para o tratamento de efluentes industriais e de águas residuais que contenham contaminantes perigosos, como o chorume em aterros. Pelo maior isolamento que a terra proporciona, torna-se apropriado para regiões de clima frio e, por requerer áreas menores, é uma solução mais adotada em países europeus.

Embora não enquadrada na categoria de *wetlands* construídas, a introdução de faixas vegetadas de amortecimento às margens de cursos d'água pode atuar no tratamento da poluição difusa proveniente do escoamento superficial de vias, campos agrícolas e áreas urbanas, ao permitir a infiltração da água para a rizosfera e a deposição dos sólidos suspensos, antes que alcancem o corpo d'água. A criação de pequenas bermas ou depressões ao longo das faixas facilita a sedimentação dos poluentes, na medida em que há um tempo de residência mínimo do líquido no local para que isso aconteça. O sistema ainda utiliza os mecanismos da fitorremediação para o tratamento da água que atinge a rizosfera.

As limitações apontadas para o uso de *wetlands* construídas estão relacionadas principalmente às dimensões das áreas necessárias à sua implementação, o que as torna uma solução mais viável em locais onde há terrenos disponíveis ou de baixo custo. Além disso, a eficiência do sistema pode variar de acordo com as condições ambientais, incluindo os níveis de precipitação e seca e a carga e o tipo de poluentes.

A existência de águas estagnadas a céu aberto favorece a presença de mosquitos e pernilongos e, apesar de esperada em *wetlands*, deve ser evitada através de condições que dificultem a atração desses organismos ou o desenvolvimento de suas larvas. O método mais eficaz nesse caso é manter o fluxo contínuo de água e, para isso, são necessárias ações contínuas de inspeção e de eventuais desbloqueios de cursos d'água. Medidas como a dispersão de massas de plantas flutuantes, a introdução de outras espécies para promover o combate biológico, o sombreamento da superfície da água, visto que as fêmeas procuram evitar a postura de ovos nessas situações, além

da manutenção da limpeza da área contribuem para impedir a proliferação de mosquitos.

## **1.7. A legislação pertinente no estado e no município de São Paulo**

Ao contrário de países que iniciaram os seus programas de gerenciamento de áreas contaminadas há mais tempo e já possuem um conhecimento considerável a respeito do assunto, além de um conjunto de leis e normas relativamente consolidado, o Brasil ainda não dispõe de uma legislação federal que trate da questão de uma forma ordenada e abrangente.

No estado de São Paulo, a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – CETESB tem uma série de procedimentos sistematizados e reunidos no Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas, porém somente em 2005 o governo estadual encaminhou o Projeto de Lei de número 368, que versa sobre a matéria à Assembléia Legislativa.

Ainda no nível estadual, destacam-se alguns documentos legais relacionados ao assunto, como a Lei 9.999/98, que determina que nas Zonas de Uso Predominantemente Industriais – ZUPI “poderão ser admitidos os usos residencial, comercial, de prestação de serviços e institucional, quando se tratar de zona que tenha sofrido descaracterização significativa do uso industrial e não haja contaminação da área, mediante parecer técnico do órgão ambiental estadual, desde que o uso pretendido seja permitido pela legislação municipal.”

A Lei Estadual 47.400/2002 prevê a comunicação da suspensão ou do encerramento das atividades de empreendimentos sujeitos ao licenciamento ambiental ao órgão competente do Sistema Estadual de Administração da Qualidade Ambiental, devendo apresentar para tanto um Plano de Desativação, que contemple a situação ambiental existente e eventuais medidas de restauração e de recuperação da qualidade ambiental da área. Lei semelhante foi aprovada em julho de 2005 pelo estado do Paraná, que exige a apresentação de laudo de passivo ambiental nesses casos.

A Resolução 273 do CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente, ao considerar o potencial de poluição de corpos d'água subterrâneos e superficiais, assim como do solo e do ar pelos sistemas de armazenamento de combustíveis, determina a realização do licenciamento ambiental desses

estabelecimentos pelo órgão ambiental competente; essa função foi atribuída à CETESB, no caso do estado de São Paulo, por meio da Resolução nº 5 Secretaria de Meio Ambiente. Como previsto na lei anterior, aqui também se exige a apresentação de um plano de encerramento de atividades quando da desativação do empreendimento.

No município de São Paulo, a Lei Orgânica de 1992 já menciona o tema ao prever a recuperação de áreas degradadas ou contaminadas. Em 2002, o município aprova o seu primeiro decreto específico sobre o assunto, de número 42.319, que dispõe sobre diretrizes e procedimentos relativos ao gerenciamento de áreas contaminadas. Logo a seguir, em 2003, é sancionada a Lei 13.564 que trata da “aprovação de parcelamento de solo, edificação ou instalação de equipamentos em terrenos contaminados ou suspeitos de contaminação por materiais nocivos ao meio ambiente e à saúde pública”, condicionando-a à apresentação de um “Laudo Técnico de Avaliação de Risco”.

O Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo, aprovado por meio da Lei 13.430/2002, considera as áreas contaminadas ou suspeitas de contaminação como de interesse ambiental, podendo ser utilizadas após investigação e análise de risco.

Mais recentemente, foi aprovada a Lei 13.885/2004, que estabelece normas complementares ao Plano Diretor Estratégico e institui os Planos Regionais Estratégicos das Subprefeituras. As áreas contaminadas são tratadas especificamente no artigo 201, que exige a investigação e a avaliação de risco específico para a revitalização de áreas suspeitas e contaminadas, mas não trata daquelas com potencial de contaminação que, do ponto de vista da gestão ambiental, são fundamentais, se for considerado o aspecto preventivo. Espera-se que a revisão do Plano Diretor, em curso, possa corrigir as deficiências apresentadas pela legislação anterior e aperfeiçoar outros pontos relacionados ao uso de possíveis instrumentos para a recuperação e revitalização de tais áreas.

É de fundamental importância que se tenha a compreensão a respeito da estreita relação existente entre as questões das áreas contaminadas e do

uso e ocupação do solo, o que necessariamente deveria estar refletido no arcabouço legal do município.

De uma forma geral, a legislação municipal atual referente ao assunto comete um equívoco ao desconsiderar a existência das áreas com potencial de contaminação que, do ponto de vista da gestão ambiental, especialmente no aspecto da prevenção, são as mais preocupantes, pois são aquelas que abrigam ou já abrigaram algum tipo de atividade que poderia causar a poluição do solo e das águas subterrâneas, mas onde ainda não houve qualquer tipo de avaliação ou investigação.

## **1.8. O resgate da dimensão ambiental na recuperação da paisagem urbana**

O ambiente constitui a base biofísica sobre a qual ocorrem todas as atividades humanas. Há, no entanto, uma tendência de se ignorar a ação dos processos naturais no meio urbano, como se lá a natureza estivesse ausente, exceto em determinados locais, como parques, jardins e canteiros centrais de avenidas. Nessa visão, a natureza estaria diretamente relacionada às unidades de conservação, à vida selvagem, à paisagem intocada, formando um mundo à parte, dissociado da cidade e do que nela acontece, como se não houvesse uma interação entre ambos.

A cidade, como expressão máxima do domínio do homem sobre a natureza, cria um ambiente artificial onde os fenômenos naturais continuam atuando, muitas vezes sem que o homem possa exercer qualquer tipo de interferência, a exemplo do que ocorrem com o clima, a drenagem das águas superficiais e as funções orgânicas dos seres vivos.

Numa cidade como São Paulo, que vive um processo de constante autodestruição e reconstrução, tem-se a impressão de que essa dissociação entre homem e natureza é maior, principalmente pelas formas predatórias de ocupação do espaço. É nesse contexto que se multiplicam as enchentes, os deslizamentos de terra em áreas de risco, a própria criação de áreas de risco, as diversas formas de poluição e os desmatamentos causados pelo avanço da expansão urbana. Por outro lado, as soluções que se propõem a resolver tais problemas também acabam contrariando a lógica natural e agravando a situação, como no caso da canalização de cursos d'água e da abertura de vias de fundo de vale como formas de evitar enchentes. O que se observa com frequência é que a própria população acaba induzida a tomar esses equívocos como verdadeiros, transformando-os em objeto de reivindicação.

A invisibilidade dos efeitos provocados por determinados tipos de poluição, como a do solo, é responsável pela percepção tardia do problema. A contaminação produzida no solo nem sempre se limita a esse meio e, quando atinge as águas subterrâneas, torna-se de difícil controle. De acordo com o Cadastro de Áreas Contaminadas da CETESB, o número de sítios comprovadamente contaminados, contabilizados até novembro de 2006 na

cidade de São Paulo, é de 594; desse total, 486 são postos de abastecimento de combustível, em função do programa de licenciamento dessa atividade iniciado pela CETESB em 2001, com a publicação da Resolução CONAMA nº 273 de 2000, o que faz supor que o número de áreas contaminadas é muito maior, se for considerado o fato de que ainda não foram iniciados programas específicos semelhantes de licenciamento para os outros tipos de atividade.

Pode-se considerar que, em algumas regiões da cidade, a recuperação das águas subterrâneas profundas não é mais possível nas atuais circunstâncias. O exemplo mais recente dessa situação é a região de Jurubatuba, em Santo Amaro, antiga zona industrial em processo de mudança de uso. A partir da auto-denúncia de uma indústria à CETESB sobre a confirmação da contaminação dentro dos limites de seu terreno, constatou-se que a extensão da área atingida era superior a um quilômetro, o que provocou a interdição de todos os poços existentes no entorno e a proibição de utilização da água para qualquer finalidade. As investigações do órgão ambiental, que tiveram início em 2005, ainda prosseguem com o objetivo de detectar outras prováveis fontes de contaminação.

É imprescindível que planejadores urbanos, arquitetos e profissionais envolvidos no planejamento da paisagem passem a considerar o aspecto ambiental em seus projetos. A interação dos princípios ecológicos com a dimensão estética e os processos culturais e sócio-econômicos é condição necessária para a construção de paisagens que possam superar a oposição entre sociedade e natureza.

## Capítulo 2

### A implantação de projetos paisagísticos em áreas contaminadas

A elaboração de projetos arquitetônicos e paisagísticos em áreas contaminadas tem como principal característica o caráter multidisciplinar, visto que envolve a interface entre diversos campos do conhecimento e a recuperação da dimensão ambiental em seu conteúdo.

Nesse processo, o papel e a responsabilidade do arquiteto não se restringem à escala do projeto individual, mas começam na definição de políticas públicas e de planos diretores municipais, quando são estabelecidas diretrizes para a ocupação do solo. Como já mencionado, o atual Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo grafa diversas áreas como ZEIS sobre regiões anteriormente definidas como ZUPI.

Algumas Operações Urbanas Consorciadas delimitadas pelo referido plano, como Diagonal Sul, Vila Leopoldina e Santo Amaro, encontram-se em regiões que tiveram ou continuam tendo uma intensa ocupação industrial. Uma vez que a criação de cada nova operação urbana depende da aprovação de uma lei específica, entende-se que esta deverá necessariamente prever dispositivos que exijam a realização da investigação e, eventualmente, da recuperação de áreas com potencial ou suspeita de contaminação ou comprovadamente contaminadas, para que se possa usufruir dos benefícios e das vantagens que este instrumento venha a oferecer.

No nível do projeto individual, além das questões meramente estéticas, o trabalho do arquiteto deveria observar os aspectos ambientais com mais freqüência. No caso de áreas contaminadas, a preocupação inicial estaria relacionada à escolha do terreno para a implantação do empreendimento e, na hipótese da área adquirida estar localizada em local que já tenha abrigado algum tipo de atividade com potencial de contaminação, todas as fases preconizadas para a sua avaliação deveriam ser rigorosamente seguidas. Constatada a contaminação, é preciso que se proceda à Avaliação de Risco, que determinará a necessidade de se implementar medidas de remediação ou outras necessárias para a implantação do uso previsto, visando à eliminação

dos riscos. As diretrizes de projeto e as de recuperação ambiental devem estar compatibilizadas para que seja efetivada a reutilização da área de forma segura.

No ano de 2003, a análise da contaminação foi incorporada aos procedimentos de aprovação de projetos de parcelamento do solo e de edificações no Município de São Paulo. Observa-se, no entanto, uma certa resistência do setor imobiliário e de profissionais de projeto com relação a essa questão, principalmente por representar um tempo adicional à aprovação e por exigir alguns procedimentos necessários à análise da área, ou quando é argüida a própria relevância do assunto.

É preciso reconhecer que, por compreender um tema bastante recente, o desconhecimento é grande e ainda são necessários ajustes nos procedimentos institucionais existentes. Além do mais, é importante que seja discutido o estabelecimento de mecanismos para o incentivo e a facilitação da recuperação de áreas contaminadas, a exemplo do que já ocorre nos Estados Unidos e na Europa. Contudo, não se pode desconsiderar que o ordenamento jurídico brasileiro em vigor prevê, para fins de responsabilização pela recuperação de áreas contaminadas, a responsabilidade objetiva, ou seja, ela independe de culpa. Como conseqüência, o atual proprietário de uma área contaminada seria o responsável pela sua recuperação, mesmo que não seja o causador, naturalmente resguardado o seu direito de recorrer ao Poder Judiciário contra o antigo proprietário.

## **2.1. As possibilidades de recuperação e reutilização de áreas contaminadas**

A reocupação segura de terrenos contaminados, especialmente quando envolve a mudança do tipo de uso, implica a realização de uma série de procedimentos, que visam à investigação dos poluentes presentes, seja no solo ou nas águas subterrâneas, da extensão da contaminação e dos riscos à saúde humana e ao meio ambiente, culminando, se necessário, com a elaboração de um projeto de remediação e a escolha das técnicas mais adequadas para a sua concretização, algumas das quais já apresentadas no capítulo anterior.

A recuperação e a reutilização dessas áreas, como já explicitado, estão diretamente relacionadas ao uso e à ocupação do solo, e a sua viabilização fundamenta-se num conjunto de normas, procedimentos, leis e outros mecanismos consubstanciados no que se denomina gerenciamento de áreas contaminadas.

Esse é um tema muito recente em nível mundial, considerando-se que os primeiros casos significativos que trouxeram o problema à discussão datam do final da década de 70. No Brasil, a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – CETESB, no estado de São Paulo, foi o órgão público pioneiro a tratar do assunto e mesmo hoje pouquíssimos municípios possuem algum tipo de política nesse sentido. O município de São Paulo, por meio da Secretaria do Verde e do Meio Ambiente, é um dos únicos que vem abordando, de forma sistemática, a questão da contaminação e suas implicações no uso e na ocupação do solo urbano. Todo este contexto, aliado a uma série de outros fatores, ajuda a explicar a escassez de casos efetivos de remediação de áreas contaminadas no Brasil. É sabido, por exemplo, que algumas empresas têm promovido a remediação de suas propriedades sem comunicar aos órgãos ambientais, com o receio de sofrerem algum tipo de sanção, de terem a sua imagem perante o público prejudicada, ou de terem os seus imóveis desvalorizados. Com tudo isso, é bem possível que diversos terrenos contaminados estejam sendo ocupados, sem que os usuários tenham

conhecimento do problema e dos riscos a que estão sendo submetidos, como demonstram os casos abaixo relacionados (Fotos 2 a 11).



Foto 2- Mooca: área de antiga indústria metalúrgica ocupada por população de baixa renda



Foto 3 – Mooca: área de antiga indústria metalúrgica do início do séc. XX, com lançamento imobiliário para condomínio residencial



Foto 4 – Mooca: indústria do início do séc. XX, atualmente utilizada como casa de eventos



Foto 5 - Vila Leopoldina: antigo galpão industrial transformado em produtora de vídeo



Fotos 6 e 7 – Mooca: indústria têxtil do início do séc. XX, posteriormente ocupada por metalúrgica e atualmente utilizada como casa de eventos



Fotos 8 e 9 - Santo Amaro: antiga indústria de eletrodomésticos, recentemente transformada em instituição de ensino superior, localizada em região com contaminação do aquífero, atualmente sob investigação da CETESB

Fonte: Revista AU nº 122 – maio/2004



Foto 10 - Água Branca: conjunto de edifícios comerciais construído em terreno contaminado, onde funcionavam as Industriais Matarazzo

Foto 11 – Pompéia: lançamento imobiliário residencial em terreno anteriormente ocupado por concessionária de veículos

Bairros pioneiros no processo de industrialização da cidade, como Lapa e Mooca, ou outros de ocupação industrial posterior, como Santo Amaro, têm apresentado diversos lançamentos imobiliários recentes em terrenos anteriormente ocupados por atividades industriais, algumas delas com grande potencial de contaminação do solo e das águas subterrâneas, demonstrando um processo de alteração de uso do solo como consequência da mudança do perfil econômico. Esta é uma situação que tende a se reforçar, na medida em que a quantidade de terrenos vagos em zonas mais centrais da cidade torna-se cada vez mais escassa. Apesar da existência de legislação municipal específica, no que diz respeito à aprovação de projetos nessas áreas, verifica-se grande resistência ao cumprimento de procedimentos estabelecidos, não só

por parte de entidades ligadas ao setor imobiliário, mas também de alguns setores da própria municipalidade.

Dentre lançamentos publicados em alguns jornais e revistas de grande circulação, no período de 2004 e 2006 (Figuras 7 a 11), foi possível constatar alguns dos exemplos abaixo ilustrados de condomínios residenciais situados em antigos terrenos industriais e de serviços com potencial de contaminação.

Algumas características, como escavação de subsolos para a instalação de garagens e a implantação de projetos paisagísticos em extensas áreas no nível térreo, são comuns a todos os projetos e podem contribuir para o agravamento da situação na eventualidade da existência de contaminação, tanto na fase de construção do empreendimento, quando há possibilidade do contato direto de operários com os contaminantes, como na utilização pelos moradores. Em *play-grounds* sem pavimentação, por exemplo, crianças podem ingerir substâncias tóxicas contidas no solo, o mesmo podendo ocorrer no manejo de áreas ajardinadas. Em certos casos, a presença de gases voláteis pode causar explosões, se houver a sua migração e seu acúmulo em ambientes fechados.



Fig. 7 - Vila Leopoldina / setembro de 2004 (antiga indústria)

Fonte: Folha de São Paulo – 26/09/2004



Em 28.120 m<sup>2</sup> de área livre, o projeto prevê a implantação de praças, que totalizarão mais de 10 mil m<sup>2</sup>



Linhas arquitetônicas contemporâneas, com torre recoberta e grande portão, marcam o empreendimento



Fig. 8 - Mooca / setembro de 2004 (antiga indústria)

Fonte: Folha de São Paulo – 26/09/2004

Lançamento Pompéia

Venha conhecer os motivos que fazem deste empreendimento o melhor lançamento imobiliário da região

Piscina descoberta

- Atelier
- Salão de beleza
- Bicross
- Garage band
- Lan house
- e muito mais, venha ver.



Liberte-se em 17.800m<sup>2</sup> de terreno com muito verde e lazer

Banheiro de maquiagem com funtion

Piscina coberta climatizada com taxa de 25m

Fig. 9 - Pompéia / outubro de 2005 (antiga concessionária de veículos)

Fonte: Revista Veja – 19/10/2005



Fig. 10 - Mooca / novembro de 2005  
(antiga indústria)

Fonte: Veja – 23/11/2005



Fig. 11 - Santo Amaro / novembro de 2006 (lançamento de condomínio na av. Eng. Eusébio Stevaux, região cujo consumo de água subterrânea sofre restrições em razão de contaminação já constatada e sob investigação pela CETESB)

Fonte: Folha de São Paulo – 02/11/2006

A realização de investigações adequadas e a tomada de medidas apropriadas, antes da execução do projeto e das obras, certamente evitaria a ocorrência de acidentes e responsabilizações no futuro.

Na avaliação de estabelecimentos ou empreendimentos, mesmo que a atividade principal não seja considerada como potencialmente contaminadora, é preciso que se verifique a existência de outras atividades auxiliares, como postos de abastecimento, oficinas mecânicas, antigas cabines primárias e áreas de armazenamento ou de descarte de substâncias que possam gerar situações de contaminação.

Além dos processos produtivos industriais, postos de abastecimento de combustível, vias férreas, aterros de resíduos e mineração também constituem possíveis fontes de contaminação, se não implantadas e operadas de forma apropriada.

Devido às suas especificidades, os projetos de recuperação ambiental, localizados em áreas contaminadas, podem apresentar certos riscos durante a fase de implantação ou mesmo na sua utilização, após a conclusão das obras. Assim, determinados projetos destinados a usos, como parques, praças, equipamentos públicos e até condomínios privados exigem maior atenção no que se refere a eventuais obras de reforma e manejo de áreas livres, o que recomenda a elaboração de um manual de procedimentos para os administradores e usuários.

Considerando as circunstâncias que envolvem a execução de obras em terrenos com problemas de contaminação, torna-se fundamental a participação dos futuros usuários, inclusive na etapa da elaboração do projeto, nos casos em que isso é possível, principalmente quando se trata de parques e equipamentos de lazer. Nos Estados Unidos, a própria USEPA incentiva a participação da comunidade nessas situações, destinando parte das verbas utilizadas na recuperação de áreas contaminadas para tal finalidade.

A possibilidade da existência de riscos remanescentes, mesmo após a implementação de medidas de recuperação ambiental, eleva a importância das ações de monitoramento e de acompanhamento pela comunidade usuária.

O Quadro 2 procura relacionar algumas situações típicas de ocorrência de contaminação com recomendações orientadoras básicas para a execução e implantação de projetos paisagísticos, ressaltando que as condições específicas de cada área e os resultados obtidos durante a fase de investigação são fatores determinantes para a definição das ações de recuperação de áreas contaminadas, além de recomendações adicionais às constantes do referido quadro.

Cabe ressaltar que o projeto paisagístico em áreas contaminadas deve ser considerado no contexto de um projeto de recuperação ambiental, que determinará os parâmetros e as condições para o seu desenvolvimento, em razão das limitações para o uso da área.

**Quadro 2 – Recomendações básicas para elaboração e implantação de projetos paisagísticos em Áreas Contaminadas \***

| <b>Situações de contaminação</b>   | <b>Itens a investigar na elaboração e implantação de projetos</b>  | <b>Recomendações gerais para elaboração e implantação de projetos paisagísticos em áreas contaminadas</b>  |
|--|--|--|
| Aterros de resíduos sólidos domiciliares                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- geração de gases, com especial atenção ao risco de explosividade</li> <li>- geração de chorume</li> <li>- condição da camada de cobertura</li> <li>- contaminação das águas subterrâneas</li> <li>- estabilidade geotécnica do aterro</li> <li>- funcionamento dos sistemas de drenagem de gases e chorume existentes</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- execução de sistema de contenção</li> <li>- implantação ou reforma de sistema de extração de gases passivo ou ativo, de acordo com o resultado das investigações</li> <li>- implantação de sistema de tratamento das águas subterrâneas, quando este meio estiver contaminado em níveis acima do risco aceitável</li> <li>- implantação de sistemas de monitoramento</li> <li>- seleção de espécies vegetais adequadas às condições do aterro, especialmente do sistema de cobertura, determinados pelos sistemas de drenagem e características do solo de cobertura</li> </ul> |
| Bota-foras   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- geração de gases</li> <li>- contaminação das águas subterrâneas</li> <li>- estabilidade geotécnica do aterro</li> <li>- condição da camada de cobertura</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- execução de sistema de contenção</li> <li>- implantação de sistema de extração de gases, quando necessário</li> <li>- implantação de sistema de tratamento das águas subterrâneas, quando este meio estiver contaminado em níveis acima do risco aceitável</li> <li>- seleção de espécies vegetais adequadas às condições do bota-fora, especialmente do sistema de cobertura, determinados pelos sistemas de drenagem e características do solo de cobertura</li> </ul>  |
| Áreas industriais com processos produtivos potencialmente contaminadores | <ul style="list-style-type: none"> <li>- contaminação do solo e das águas subterrâneas, a partir da identificação dos possíveis contaminantes relacionados aos processos produtivos passados e atuais desenvolvidos na área</li> <li>- verificação sobre a existência de atividades complementares, não relacionadas diretamente aos processos produtivos, com potencial de contaminação (oficinas mecânicas, abastecimento de combustível, etc.)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- implementação de medidas de remediação, controle de engenharia e/ou controle institucional, conforme o tipo e o grau de contaminação identificados na área e a avaliação de risco</li> <li>- adequação do projeto paisagístico às medidas de remediação, controle de engenharia e/ou controle institucional adotadas</li> <li>- implantação de sistemas de monitoramento</li> </ul>   |

| <b>Situações de contaminação</b>                    | <b>Itens a investigar na elaboração e implantação de projetos</b>  | <b>Recomendações gerais para elaboração e implantação de projetos paisagísticos em áreas contaminadas</b>   |
|---|--|---|
| Postos de combustíveis                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>- contaminação das águas subterrâneas</li> <li>- contaminação do solo</li> <li>- remoção adequada de tanques e outras instalações</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- implementação de medidas de remediação, controle de engenharia e/ou controle institucional, conforme o tipo e o grau de contaminação identificados na área</li> <li>- adequação do projeto paisagístico às medidas de remediação, controle de engenharia e/ou controle institucional adotadas</li> <li>- implantação de sistemas de monitoramento</li> </ul> |
| Depósitos de produtos com potencial de contaminação | <ul style="list-style-type: none"> <li>- contaminação do solo e das águas subterrâneas, a partir da identificação dos possíveis contaminantes relacionados aos produtos armazenados, inclusive em épocas passadas</li> <li>- verificação sobre a existência de atividades complementares, não relacionadas diretamente aos produtos armazenados, com potencial de contaminação (oficinas mecânicas, abastecimento de combustível, etc.)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- implementação de medidas de remediação, controle de engenharia e/ou controle institucional, conforme o tipo e o grau de contaminação identificados na área</li> <li>- adequação do projeto paisagístico às medidas de remediação, controle de engenharia e/ou controle institucional adotadas</li> <li>- implantação de sistemas de monitoramento</li> </ul> |
| Antigos incineradores de resíduos                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- contaminação do solo e das águas subterrâneas, a partir da identificação dos possíveis contaminantes gerados ou manuseados no local</li> <li>- verificação sobre a existência de atividades complementares, não relacionadas diretamente às atividades de incineração, com potencial de contaminação (oficinas mecânicas, abastecimento de combustível, etc.)</li> </ul>                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- implementação de medidas de remediação, controle de engenharia e/ou controle institucional, conforme o tipo e o grau de contaminação identificados na área</li> <li>- adequação do projeto paisagístico às medidas de remediação, controle de engenharia e/ou controle institucional adotadas</li> <li>- implantação de sistemas de monitoramento</li> </ul> |
| Atividades de transporte ferroviário                | <ul style="list-style-type: none"> <li>- em pátios de manobra e transbordo, oficinas, instalações de manutenção e linhas férreas, contaminação do solo e das águas subterrâneas, a partir da identificação dos possíveis contaminantes gerados por substâncias tóxicas utilizadas para conservação de dormentes e por vazamento de produtos perigosos transportados ou de óleo e lubrificantes de locomotivas e vagões</li> </ul>                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- implementação de medidas de remediação, controle de engenharia e/ou controle institucional, conforme o tipo e o grau de contaminação identificados na área</li> <li>- adequação do projeto paisagístico às medidas de remediação, controle de engenharia e/ou controle institucional adotadas</li> <li>- implantação de sistemas de monitoramento</li> </ul> |

\* Recomendações gerais que podem ser acrescidas de outras, dependendo das especificidades de cada área

## **2.2. A participação da população na implantação de projetos de remediação em áreas contaminadas**

Um aspecto de fundamental importância na implantação de projetos arquitetônicos e paisagísticos em áreas contaminadas, em especial naqueles de caráter público, é o envolvimento tanto dos futuros usuários como da população residente no entorno.

Como já enfatizado, por tratar-se de um tema desconhecido para praticamente todas as pessoas, há grandes possibilidades de serem gerados mal-entendidos que acabam criando obstáculos para o prosseguimento de projetos. É preciso ressaltar, no entanto, que a inserção dessa participação deve ocorrer numa etapa ainda anterior à própria elaboração do projeto, tornando assim essencial o papel da educação ambiental, não apenas como forma de informar a população, mas de proporcionar o conhecimento suficiente e de maneira adequada para que ela possa ter a compreensão e a dimensão exata do problema. Certamente é a falta desse componente que produz uma série de espaços públicos abandonados e depredados, após a sua construção.

Não é por acaso que o fundo americano para remediação de áreas contaminadas consideradas prioritárias, *Superfund*, reserva parte das verbas especificamente para o programa de envolvimento da comunidade, previsto em lei, que tem como objetivo fortalecer a participação da população no processo de recuperação de áreas contaminadas. Por meio do repasse de verbas a grupos organizados da população, é possível, por exemplo, contratar consultores técnicos independentes para interpretar e auxiliar o entendimento de informações técnicas a respeito da situação da área.

A constatação da contaminação em um determinado sítio não significa necessariamente a impossibilidade de seu uso. Por exemplo, se ela estiver restrita às águas subterrâneas, na maior parte dos casos não há impedimentos quanto à ocupação da área, desde que não haja a utilização dessas águas para qualquer finalidade. As técnicas apresentadas no capítulo anterior têm como objetivo promover a recuperação do solo e das águas subterrâneas, visando um uso específico e seguro. Tais esclarecimentos são indispensáveis para que sejam evitadas situações alarmistas, e mesmo os resultados obtidos

durante a fase de investigação da contaminação deveriam ser divulgados e discutidos com transparência.

Todo o processo de investigação e de execução da remediação, quando necessária, pode envolver tempos relativamente longos em relação aos anseios da população interessada, o que também deve ser objeto de diálogo, procurando impedir a criação de falsas expectativas.

Mesmo após a aplicação de técnicas de remediação ou de medidas de controle de engenharia, como a contenção de aterros desativados para a construção de parques públicos, ainda podem persistir algumas restrições de uso assim como ações de monitoramento, que exigirão certos cuidados nos procedimentos de manutenção ou de ocupação e utilização da área.

As considerações aqui feitas podem ser estendidas a espaços livres de propriedades privadas utilizadas para fins de lazer ou áreas verdes e, nesse caso, os seus usuários deveriam ter a ciência das condições locais, para evitar eventuais acidentes resultantes do desconhecimento do problema.

Entretanto, em lançamentos imobiliários mais recentes na cidade de São Paulo, localizados em terrenos com restrições ambientais decorrentes de situações de contaminação, não há a garantia de que futuros compradores venham a ter o conhecimento do fato no ato da aquisição do imóvel, apesar do procedimento que vem sendo adotado pelo Grupo Técnico de Áreas Contaminadas da Secretaria do Verde e do Meio Ambiente, segundo o qual exige-se nos processos de aprovação de empreendimentos que tais restrições constem dos contratos de compra e venda e das futuras convenções de condomínio.

### **2.3. Projetos de remediação em áreas contaminadas**

Os casos descritos neste capítulo procuram exemplificar diferentes situações de remediação de terrenos contaminados e demonstrar o atual estado da arte num tema bastante recente e ainda em discussão. Embora nem todos possam ser considerados representativos de formas adequadas de tratamento do problema, é importante que mesmo nesses casos sejam identificadas as situações não reconhecidas como tecnicamente apropriadas.

A evolução técnica nesse campo tem sido rápida e novas formas de tratamento vêm sendo testadas, principalmente com o emprego de processos biológicos, e diferentes instrumentos jurídicos, econômicos e institucionais têm sido propostos nos países com maior experiência no assunto.

As soluções para a remediação de áreas com deposição de resíduos têm se voltado cada vez mais para as técnicas que envolvem contenção do maciço e sistemas de monitoramento, como nos exemplos de Sydney e dos Estados Unidos. Nesses casos não ocorre a eliminação total dos contaminantes, o que significa deixá-los como legado às futuras gerações, o que poderia gerar questionamentos quanto à validade de sua utilização. É preciso lembrar, no entanto, que a recuperação total desses locais pode ser, do ponto de vista financeiro, extremamente custoso, e operacionalmente arriscado durante o processo de remoção e transporte do material. A imposição de medidas que obriguem o restauro do estado ambiental original dos terrenos cria as condições para o surgimento de terrenos abandonados e “áreas órfãs”, impossibilitando a sua remediação ou transferindo esse ônus para o poder público, o que implica, em última instância, o pagamento dessa despesa por toda a sociedade.

Cabe ressaltar que os exemplos internacionais apresentados a seguir estão inseridos em contextos diversos do brasileiro no que se refere ao tratamento das áreas contaminadas, especialmente em termos legais e de aplicação de instrumentos jurídicos e econômicos para a viabilização da recuperação desses espaços.

### 2.3.1. Parque Ambiental de Sambaiatuba

O Parque Ambiental de Sambaiatuba, inaugurado em 2002, localiza-se no terreno anteriormente ocupado pelo lixão municipal de São Vicente, que recebeu os resíduos da cidade por mais de trinta anos, a partir do ano de 1969, numa área de aproximadamente quarenta e sete mil metros quadrados, atingindo quase dezessete metros de altura.

O sítio original era constituído de manguezais, que foram sendo paulatinamente aterrados e tomados por habitações precárias, que hoje ocupam o entorno do parque, onde ainda podem ser encontrados alguns resquícios da antiga vegetação. Em seu limite nordeste, encontra-se o rio do Bugre, que faz a divisa entre os municípios de Santos e São Vicente.

Conforme relato do responsável pela administração do parque <sup>22</sup>, vinculado à Companhia de Desenvolvimento de São Vicente – CODESAVI, o processo de desativação das atividades do lixão teve início com o firmamento de um Termo de Ajustamento de Conduta entre a CETESB, a Secretaria de Estado do Meio Ambiente e a Prefeitura do Município de São Vicente, em junho de 1999, e a sua complementação no ano de 2000. Além das medidas de caráter mais técnico, um problema adicional enfrentado nesse processo foi o destino dos catadores que viviam da coleta do material existente no lixão, o que exigiu um trabalho social que resultou na organização desses trabalhadores, que executam a triagem de recicláveis num espaço reservado dentro do parque, e de um programa de erradicação do trabalho infantil.

As primeiras obras para implantação do parque consistiram na compactação e reconformação da massa de lixo com a constituição de taludes, de modo a melhorar as condições de estabilidade do maciço. Em função da indisponibilidade de argila na região, materiais oriundos de escavações para execução de fundações de obras da cidade e da praia do Itararé foram utilizados para a cobertura dos resíduos, embora não fossem considerados

---

<sup>22</sup> NÓBREGA Jr., J. *Análise do processo de desativação do lixão do Sambaiatuba no município de São Vicente / SP*. Monografia de Especialização em Tecnologias Ambientais. UNESP, 2003.

adequados para tal finalidade, por serem muito permeáveis e facilitarem a penetração das águas pluviais e a liberação de gases para a atmosfera.

Para dar vazão aos gases produzidos pela degradação do resíduo depositado, foram instalados drenos com tubos de concreto, com espaçamento de aproximadamente 40 metros.

O sistema de drenagem superficial é feito por meio de canaletas de concreto que, além das águas pluviais, também recebe uma carga de chorume, líquido gerado pela decomposição de resíduos orgânicos. Esses efluentes são conduzidos a uma caixa coletora, mas atualmente não sofrem qualquer tipo de tratamento, ainda que haja a previsão de que sejam transportados a uma estação de tratamento de esgotos da SABESP, num futuro próximo.

Na condição de lixão, os resíduos foram dispostos diretamente sobre o solo sem nenhum tipo de impermeabilização de fundo, provocando a infiltração de substâncias poluentes no solo e nas águas subterrâneas, o que é agravado pelo fato de não haver um sistema de drenagem de líquidos percolados ou chorume do maciço.

Durante a execução das sondagens para investigação do solo, foram instalados dezessete poços de monitoramento, através dos quais é realizado o acompanhamento da qualidade das águas. O monitoramento inclui também a observação das condições de estabilidade, edificações, drenos de gases, drenagem superficial e análise química das águas subterrâneas e do rio do Bugre.

O parque possui espaços para lazer e esportes, com playground e quadras poliesportivas, contando também com um centro de educação ambiental, que realiza trabalhos principalmente com escolas municipais.

Como atividades complementares foram construídos viveiros para a produção de mudas utilizadas no próprio parque e em outros locais da cidade, além de servirem para o cultivo de espécies experimentais nativas que melhor se adaptem às condições locais. Além das mudas, também é produzido composto orgânico a partir de resíduos de feiras e galhos triturados da poda de árvores.



Foto 12 - Vista de talude às margens do rio do Bugre, com o município de Santos na margem oposta



Foto 13 - Vista de talude às margens do rio do Bugre, com favela na margem oposta



Foto 14 - Vista da parte central do parque, com quadras poliesportivas ao fundo



Foto 15 - Viveiro para a produção de mudas



Foto 16 - Trecho do sistema de drenagem superficial, mostrando saída de líquido percolado



Foto 17 - Cova preparada para o plantio de muda

### **2.3.2. Parque Raposo Tavares**

O Parque Raposo Tavares, localizado na cidade de São Paulo, foi implantado sobre um antigo aterro municipal de resíduos sólidos que funcionou até o ano de 1979 e está inserido numa região caracterizada pelo uso residencial de baixa renda, com o predomínio de construções precárias em favelas. Embora o local tenha sido utilizado como lixão a partir de 1967, sem que houvesse nenhum tipo de proteção do solo ou das águas subterrâneas, foi convertido parcialmente em aterro controlado em 1975, em razão da pressão da população que sentia os efeitos da fumaça produzida pelos constantes incêndios originados pela formação de gás metano, inclusive havendo relatos de propagação da fumaça até a rodovia Raposo Tavares, muito próxima ao aterro.

Ainda durante o período de funcionamento do aterro, em 1976, houve a primeira experiência de aproveitamento do biogás gerado pela decomposição da matéria orgânica para a produção de energia elétrica.

Após a desapropriação, a área foi ocupada por instalações da Administração Regional do Butantã e pelo parque municipal, inaugurado em 1981, porém sem investigações mais aprofundadas sobre as condições do sítio, tanto é que por vários anos ainda era possível verificar-se a emanação de gases nos drenos instalados durante a operação do aterro.

A maior parte das atividades administrativas e de lazer do parque ocorre sobre o platô superior, formado pelo depósito de resíduos sobre duas linhas de drenagem ali existentes anteriormente. Essa área apresenta aparente estabilidade geotécnica e cobertura vegetal mais densa composta por árvores, arbustos e gramados.

Os taludes, no entanto, não exibem boas condições de conservação, pois podem ser verificados pontos de erosão com exposição de resíduos, além de surgência de percolado, que chega a escorrer pela calçada em alguns trechos, durante algumas épocas do ano, provocando situações de risco à saúde em virtude da possibilidade de contato da população com substâncias tóxicas.

Algumas providências, como a drenagem do percolato e a construção de uma escada hidráulica, foram tomadas de forma emergencial, contudo a implantação de medidas mais efetivas, que incluem a instalação de redes de drenagem de águas superficiais e de chorume adequados, esbarram freqüentemente na disponibilidade de recursos públicos, sempre escassos.

A elaboração do projeto original do parque ficou a cargo da equipe de projeto do Departamento de Parques e Áreas Verdes – DEPAVE.



Foto 18 - Talude apresentando resíduo exposto

Fonte: Secretaria do Verde e do Meio Ambiente



Foto 19 - Vista externa do parque

Fonte: Secretaria do Verde e do Meio Ambiente



Foto 20 - Área com vegetação mais densa

Fonte: Secretaria do Verde e do Meio Ambiente



Foto 21 - Escada hidráulica em construção

Fonte: Secretaria do Verde e do Meio Ambiente



Foto 22 - Vista do platô superior

Fonte: Secretaria do Verde e do Meio Ambiente



Foto 23 - Calçada com surgência eventual de percolado

Fonte: Secretaria do Verde e do Meio Ambiente

### **2.3.3. Aterro Sanitário de Santo André**

O Aterro Sanitário de Santo André iniciou a sua operação a partir de 1986, em área ao lado da qual já funcionava uma usina de produção de composto orgânico, recebendo os resíduos domiciliares de todo o município.

Situado em região periférica do município, em bairro predominantemente residencial, o local era constituído originalmente por um fundo de vale profundo com algumas nascentes, que foram drenadas para a implantação da obra.

Projetado como aterro sanitário, o empreendimento dispõe de sistemas para coleta de gases, drenagem superficial, coleta e tratamento de chorume, além de impermeabilização de fundo. Atualmente os gases são queimados na saída dos drenos, mas estudos para o seu aproveitamento na geração de energia elétrica deverão ser realizados em breve, permitindo assim a sua conversão em créditos de carbono.

O interesse pelo caso de Santo André justifica-se em função da existência de diversas interferências decorrentes da presença de matéria orgânica em decomposição, comuns a outras formas de disposição de resíduos, com conseqüências diretas sobre o desenvolvimento da vegetação.

Num pequeno trecho situado junto à via de acesso principal do aterro, foi implantado um projeto paisagístico piloto, elaborado pelo arquiteto Raul Pereira, sendo que, em um dos lados da via, o plantio foi executado sobre o terreno original e, do outro, em camada de recobrimento de solo com aproximadamente 0,60 m, disposta sobre o resíduo compactado. De acordo com as diretrizes definidas para o projeto, em virtude da localização da área logo à entrada do aterro, houve a preocupação em se produzir um impacto visual por meio do uso de florações e cores variadas, e ao mesmo tempo transmitir ao usuário uma visão diferente dos processos que tratam da destinação adequada dos resíduos, conscientizando-o sobre a importância dessa atividade em sua vida cotidiana.

A escolha de espécies vegetais baseou-se, sobretudo, em literatura existente e em experiências já realizadas em outros aterros, como o Raposo Tavares e o Santo Amaro, ambos na cidade de São Paulo, e obedeceu a critérios como facilidade de manutenção e adaptabilidade às condições do

local, facilidade de obtenção de mudas no mercado ou no viveiro de plantas do Departamento de Parques e Áreas Verdes do Município, capacidade de atrair avifauna e microfauna, além de possibilitar a ocorrência de floração durante todas as estações do ano e de haver uma grande variedade de espécies no conjunto.

Em função da necessidade de readequação dos taludes em Santo André, foi preciso proceder ao replantio da parte executada sobre o aterro, o que implicou alterações em relação ao projeto paisagístico original, influenciando também no desenvolvimento da vegetação.

Embora não tenha sido possível realizar um levantamento detalhado a respeito da adequação em loco das espécies definidas em projeto, esse é um trabalho que ainda deve ser executado, de acordo com informações prestadas por técnicos do Serviço Municipal de Saneamento Ambiental de Santo André - SEMASA, órgão que administra o aterro.



Foto 24 - Vista do aterro ao fundo, com mata remanescente em primeiro plano



Foto 25 - Vista geral do aterro, com drenos gás em destaque



Foto 26 - Trecho do aterro com projeto paisagístico implantado



Foto 27 - Trecho do aterro com projeto paisagístico implantado



Foto 28 - Trecho do aterro com projeto paisagístico implantado



Foto 29 - Trecho do aterro com projeto paisagístico implantado



Figura 12: Planta do Projeto Paisagístico Piloto para o Aterro Sanitário de Santo André

Fonte: Arq. Raul Pereira

#### **2.3.4. Solvay Indupa do Brasil S/A**

A Solvay Indupa do Brasil S.A. e a Solvay Polipropileno formam um conglomerado industrial multinacional, de origem belga, localizado no município de Santo André, encravada em meio à Mata Atlântica, às margens do rio Grande, desde 1948. No ano de 1976 a região foi declarada Área de Proteção aos Mananciais, por meio de lei estadual, impondo severas restrições de uso. Indústria química de grande porte, a Solvay depositou grande quantidade de resíduos de cal contendo substâncias tóxicas provenientes do processo produtivo, de 1960 a 1998, em lagoas situadas na várzea do rio.

Após a criação da CETESB, no início dos anos 70, este órgão ambiental passou a acompanhar as atividades da indústria. As investigações para a verificação da contaminação decorrentes dos depósitos de cal, realizadas por exigência da CETESB, demonstraram o seu impacto sobre as águas subterrâneas, embora não tenha sido constatada a migração de poluentes para o rio Grande, cujas águas abastecem o reservatório da represa Billings. Somente com a firmação de um acordo entre a Solvay, o Ministério Público e a CETESB foram estabelecidas as bases para a remediação da contaminação na área.

O sistema adotado para o tratamento da contaminação consistiu na contenção dos depósitos de resíduos, com o objetivo de reduzir a migração de poluentes para os aquíferos subterrâneos e evitar o contato com o material contaminado. Com a preocupação de dar uma conformação ao terreno que acompanhasse a topografia do entorno e como forma de propiciar uma maior estabilidade e economia do material de cobertura, optou-se pela execução de uma seqüência de morrotes que deram um aspecto visualmente ondulado à área.

As obras iniciais de remediação visaram à adequação topográfica da região das lagoas com material do próprio sítio, seguida por serviços de drenagem dos líquidos contidos na massa de resíduos e sua transferência para um sistema de tratamento, pela construção de um dreno profundo a montante da área, para drenagem das águas subterrâneas não contaminadas, e de uma barreira hidráulica a jusante, para captar o fluxo de água contaminada pela

lixiviação. Posteriormente foi executado um aterro de preenchimento e cobertura das lagoas, disposto sobre uma manta de impermeabilização de PVC, presa a estruturas de ancoragem, e de outra camada de manta geotêxtil para proporcionar maior aderência ao solo de cobertura. Em complementação aos trabalhos dessa etapa, ainda foram executadas obras de drenagem superficial, fundamentais numa região de alta pluviosidade, a fim de reduzir a possibilidade de infiltração de água na camada de resíduos. Finalmente o líquido captado na barreira hidráulica é conduzido a uma estação de tratamento e reutilizado no processo produtivo.

O projeto original previa a revegetação dos locais aterrados com espécies de pequeno e médio porte, inserida num plano de recuperação paisagística que procurava integrar a área à paisagem do entorno, composta de Mata Atlântica, e recuperar a biodiversidade, dentro das limitações impostas pelo terreno, em vista da necessidade de não se comprometer a camada de impermeabilização superficial.

Tendo assim como princípio os pressupostos do plano de recuperação paisagística anteriormente descritos, a seleção de espécies vegetais deveria considerar as seguintes características básicas: espécies nativas, porte médio máximo de sete metros para árvores adultas, peso médio de até mil quilos para árvores adultas, raízes não-pivotantes, existência de mudas no mercado e existência de uma maior quantidade de espécies no entorno e de colonizadoras.

O projeto de revegetação, baseado no conceito de sucessão natural, estabelecia uma estratégia de implantação que previa, numa primeira etapa, o plantio de grama como forma de prevenir a erosão da camada de solo de setenta centímetros. Na segunda etapa, seriam introduzidas simultaneamente espécies pioneiras e não-pioneiras sobre o gramado e, finalmente, com o sombreamento produzido pelo desenvolvimento destas, a grama seria gradativamente substituída pela vegetação espontânea local.

Buscando ainda um equilíbrio na distribuição da variedade de espécies, o plantio obedeceria a um sistema de módulos, que seriam distribuídos sobre toda a área a partir do sistema de drenagem superficial, sendo cada módulo composto por vinte espécies pioneiras e dez não pioneiras.

Embora o processo de remediação da contaminação tenha sido aprovado e implantado pela CETESB, o projeto de revegetação não obteve o aval daquele órgão, em função das alegadas dificuldades para se efetuar o monitoramento da introdução espontânea de espécies inadequadas para as condições do local e para se realizar a identificação futura das áreas de deposição de resíduos na fase adulta de desenvolvimento da vegetação. Como resultado dessa decisão, a solução aprovada resumiu-se à implantação de uma grande área gramada.



Foto 30 - Região de Mata Atlântica onde está implantada a indústria



Foto 31 - Região de Mata Atlântica onde está implantada a indústria



Foto 32 - Área de Mata Atlântica com depósitos de cal à direita  
Fonte: Arquiteto. Raul Pereira



Foto 33 - Vista do rio Grande  
Fonte: Arquiteto. Raul Pereira



Foto 34 - Vista geral da área de depósitos de cal

Fonte: Arquiteto Raul Pereira



Foto 35 - Vista do rio Grande, em primeiro plano, e da área de depósitos de cal ao fundo, atrás do remanescente de mata

Fonte: Arquiteto Raul Pereira

### 2.3.5. Parque Olímpico de Sydney

O início das atividades produtivas ao redor da Baía de Homebush data do início do século XIX, ainda durante o período colonial, com o estabelecimento da indústria salineira, dando origem a significativas transformações ambientais e paisagísticas numa região outrora dominada por terrenos pantanosos.

A decisão de se transferir o matadouro estatal de Glebe Island para a região da baía acabou levando os mesmos problemas sanitários que haviam motivado a sua mudança. Durante o período oficial de sua operação, que se estendeu de 1913 a 1988, são descritos episódios de proliferação de algas, por causa do despejo de restos de carcaças na água, e de riscos pela presença de tubarões, atraídos pela descarga de efluentes. No início dos anos 80 decidiu-se pela reutilização de parte da área com uso industrial e a implantação de um parque de tecnologia avançada conhecido como *Australia Centre*.

Em 1928 instalou-se na península de Rhodes a Timbrol, uma das primeiras indústrias químicas do local, produtora de preservantes de madeira obtidos a partir do alcatrão de carvão. Adquirida pela Union Carbide, em 1955, iniciou a produção de pesticidas, inclusive o DDT, gerando como subproduto dioxinas, substâncias comprovadamente cancerígenas.

Da mesma forma, outras atividades com grande potencial poluidor foram se estabelecendo sucessivamente ao longo da baía e do rio Parramatta. Em 1966, o *Maritime Services Board* recebeu a autorização para utilizar partes da baía de Homebush para o desmanche de navios, cujos restos ainda permanecem lá.

As margens do rio Parramatta também serviram de base da *Petroleum and Chemical Corporation Austrália Ltd (PACCAL)*, de 1953 a 1974, que produziu gás e outros derivados de petróleo como solventes e produtos betuminosos (Foto 36). Por volta de 1974, a empresa já vinha encontrando problemas com a disposição do lodo de alcatrão gerado como resíduo do processo produtivo, que vinha sendo armazenado em três lagos situadas junto ao rio, além de sofrer processos por infringir a legislação de poluição do ar.



Foto 36 - Fumaça emitida pela empresa PACCAL em 1969, vista do norte do rio Parramatta

Fonte: Sydney Olympic Park Authority

A figura 13 ilustra o processo de aterramento sofrido pela baía de Homebush a partir do século XIX, principalmente nas regiões originalmente ocupadas por manguezais.

Diante desse quadro, seria inevitável o surgimento de áreas contaminadas, representadas principalmente por aterros com material do próprio rio Parramatta e outros resíduos, como cinzas provenientes de estações de energia, material de demolição, asbestos, hidrocarbonetos industriais e matéria orgânica.

Como fator agravante foram encontradas diversas áreas com ocorrência natural de contaminantes no solo, principalmente em zonas estuarianas ou próximas a elas que, quando drenados para os cursos d'água, produzem efeitos ambientais adversos.

Na década de 1970 a área já era objeto de estudo para renovação urbana, em função de sua localização central e da proximidade das rotas de transporte, mas somente em 1991 foi colocada numa lista de prioridades do governo para remediação.

As ações de remediação tiveram início em 1992, com investigações do solo e das águas subterrâneas, objetivando bloquear a propagação da contaminação, restaurar os cursos d'água e dotar a região de equipamentos sociais, culturais e esportivos. A escolha de Sydney como sede dos Jogos

Olímpicos de 2000 só contribuiu para reforçar os requisitos ambientais previstos para a recuperação daquela porção da cidade. As medidas de remediação utilizadas no local incluíram a remoção e a contenção de aproximadamente nove milhões de metros cúbicos de resíduos.

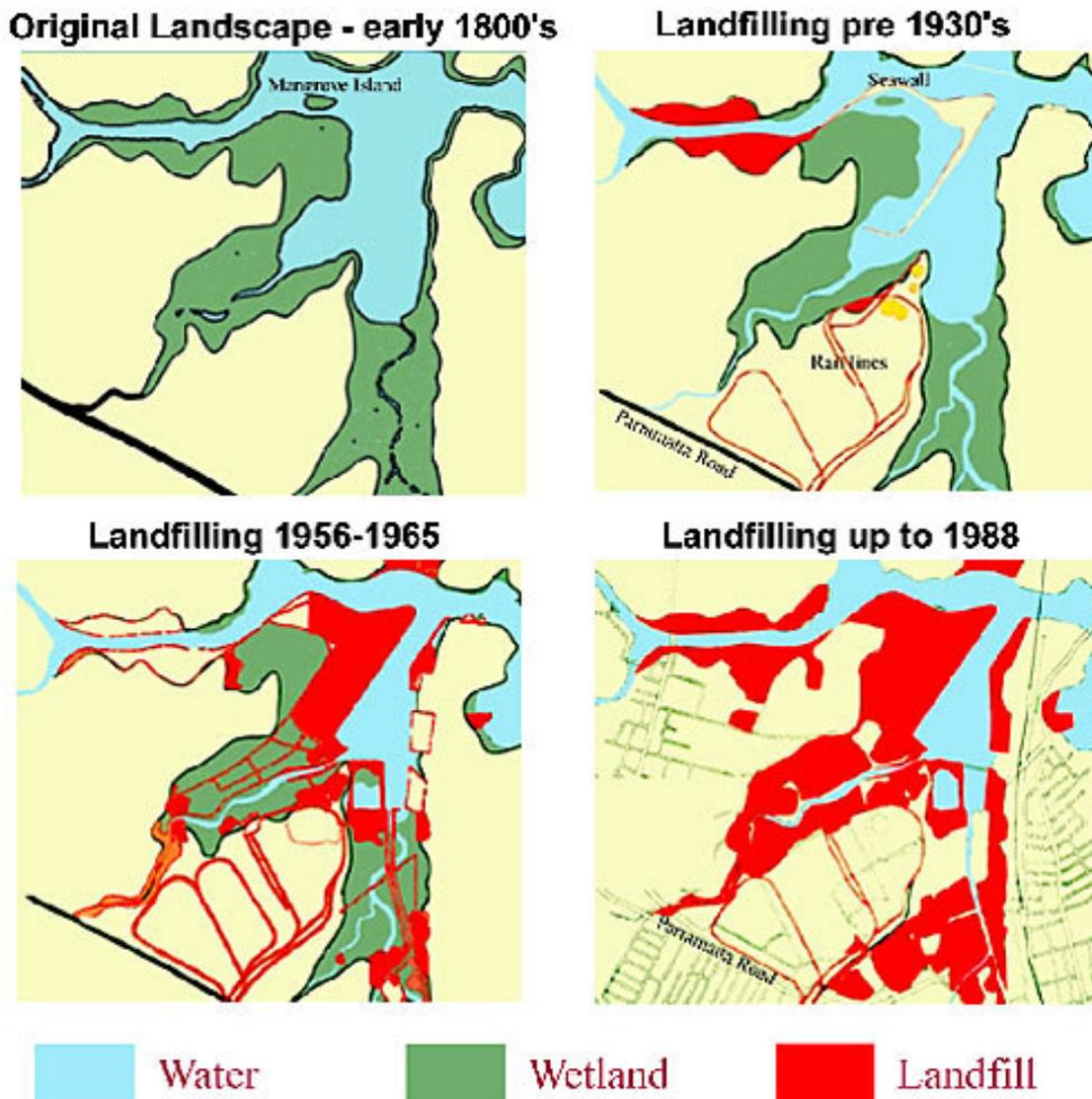


Figura 13: Aumento da área de aterros de 1930 a 1988

Fonte: Sydney Olympic Park Authority

Juntamente com as medidas dirigidas à remediação da contaminação, outras ações visando à melhoria das condições ambientais foram implantadas na região e incluíram, por exemplo, a captação de águas pluviais e a reciclagem de água, a implementação de novas áreas alagáveis e a

restauração do curso natural do riacho Haslams para reduzir os níveis de enchentes, o desenvolvimento de um plano de monitoramento e de conservação de espécies da flora e da fauna local e a introdução de diretrizes para a construção de “edifícios verdes”, considerando o ciclo de vida dos materiais empregados, a destinação dos resíduos e a economia de energia.

As soluções adotadas no Programa de Remediação para o tratamento dos resíduos foram definidas de acordo com o tipo de substância depositada, a multiplicidade de usos do solo requeridos e a opção por uma política de sustentabilidade ambiental.

A abordagem do problema com base na análise de risco e em consultas à comunidade, durante o processo, conduziu à escolha de métodos que reduzissem a exposição da população aos contaminantes, em detrimento de soluções que envolvessem a remoção dos resíduos para outros locais. Dessa forma, os resíduos foram consolidados em pequenos montes, nos próprios locais, e encapados com uma camada de argila compactada, seguida de outra de solo. Além de um sistema de coleta de água subterrânea contaminada, tratamentos de contaminantes de petróleo por biodegradação e de outros poluentes por meio de métodos térmicos também foram utilizados de forma complementar, todos acompanhados de programas de monitoramento ao longo do tempo.

Mesmo se tratando de um processo gradual, a reabilitação ambiental do entorno da baía de Homebush já apresenta resultados positivos, após a implantação de medidas para evitar a chegada de chorume aos cursos d’água e às áreas alagáveis e impedir o contato da população e do meio ambiente com substâncias poluentes, proporcionando o aumento de novos espaços abertos para o uso público.

O Parque Olímpico de Sydney, localizado a 15 km do centro comercial de Sydney, ocupa uma área de aproximadamente 750 hectares, entre a baía de Homebush e o estuário do rio Parramatta.

No núcleo central do parque encontra-se o *Olympic Boulevarde* (Foto 37), um imenso espaço público pavimentado projetado por George Hargreaves, que conecta diversas instalações esportivas e elementos urbanos,

culminando na extremidade norte com uma obra onde arcos de água com dez metros de altura lançam-se sobre terraços de granito (Foto 38).



Figura 14: Planta do Parque Olímpico de Sydney

Fonte: Sydney Olympic Park Authority



Foto 37 - Vista do *Olympic Boulevard*

Fonte: *Sydney Olympic Park Authority*



Foto 38 - Arcos de água ao norte do *Olympic Boulevard*

Fonte: *Sydney Olympic Park Authority*



Foto 39 - Vista de montanha de contenção de resíduos na área do parque Woo-la-ra

Fonte: *Sydney Olympic Park Authority*



Foto 40 - Vista do *Brick Pit*

Fonte: *Sydney Olympic Park Authority*

A construção da Vila Olímpica, implantada no setor noroeste do parque, pautou-se por princípios de uma arquitetura sustentável, por meio da utilização

de energia solar, de água reciclada para a descarga de sanitários e irrigação de plantas nativas com pouca necessidade de água.

Circundando a zona central do Parque Olímpico, a norte e a leste, fica o Parque Millenium, uma grande área com cerca de 450 hectares, que incorporou o Parque Bicentenário, inaugurado em 1988, e o *Brick Pit* (Foto 40), uma antiga fábrica de tijolos onde havia se formado uma enorme cava de exploração de argila, posteriormente preenchida com água. O Parque Millenium apresenta trechos de florestas, campos, alagados e cursos d'água, sendo que mais de um terço de sua área, onde haviam sido depositados resíduos diversos, sofreu processo de remediação, que consistiu na reconformação do terreno no formato de colinas recobertas por camadas de impermeabilização e solo, posteriormente revegetadas (Foto 39). Essas colinas atuam como pontos focais e plataformas de observação. Reconhecido como projeto inovador de parque urbano, a sua concepção foi resultado de uma parceria entre os escritórios locais Hassell e Bruce Mackenzie Design e o escritório americano Peter Walker and Partners.

### 2.3.6. A experiência do Emscher Park

O Vale do Ruhr, uma região com aproximadamente 4.500 km<sup>2</sup> e 5,2 milhões de habitantes no estado da Renânia do Norte-Vestfália, já foi considerado o centro industrial da Alemanha. A exploração das minas de carvão mineral e a produção de aço foram determinantes para as formas de ocupação do espaço, uma vez que as habitações e a infra-estrutura pública, sobretudo as redes de transporte ferroviário e rodoviário, foram sendo implantadas em função dos interesses dessas atividades. Esse processo de industrialização, que teve impulso a partir do século XIX, também deu origem a diversas aglomerações urbanas, formando uma mancha contínua, onde se destacam algumas cidades maiores como Essen, Duisburg, Dortmund e Bochum.

O declínio econômico da região, de acordo com Alves (2003), teve início na década de 60, com o surgimento de formas de energia mais limpas e baratas e a diminuição da procura pelo carvão para produção de energia. Na década seguinte, o acirramento da concorrência internacional na produção de aço e a redução de sua demanda, em razão da crise do petróleo, provocou uma grave crise no Vale do Ruhr, levando ao fechamento de inúmeras indústrias e minas e aumentando significativamente a taxa de desemprego, o que a colocou como a área mais problemática do país.<sup>23</sup>

A paisagem deixada como herança por esse período de expansão e decadência econômica revelou um incontável número de *brownfields*, entrecortados por uma infra-estrutura em processo de deterioração, num ambiente degradado pela fumaça das chaminés e pela poluição do solo e da água.

Apesar das constantes pressões para a modernização, a região sofre problemas semelhantes aos enfrentados por outras em processo de desindustrialização, dentro de uma conjuntura de transformações tecnológicas e de globalização da economia, situação aqui agravada, segundo Kunzmann

---

<sup>23</sup> ALVES, M. P. *A recuperação de rios degradados e sua reinserção na paisagem urbana: a experiência do rio Emscher na Alemanha*. São Paulo, 2003. [Dissertação de Mestrado – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da USP].

(2004), pelo espírito de competição dominante entre as principais cidades do vale e às condições sociais e políticas específicas.

Acompanhando esse cenário, a recuperação de *brownfields* também não foi considerada prioridade nas políticas públicas locais. Mesmo com o estabelecimento de um fundo próprio para esse fim pelo governo estadual, nos anos 80, seus recursos vinham sendo pouco utilizados. Seguindo a tradição alemã de grandes exposições internacionais de construção, como a Interbau 1957 e a IBA Berlim 1978-1984, a IBA Emscher Park é uma iniciativa que veio ao encontro dos propósitos fixados pelo fundo.

Programada para ocorrer entre os anos de 1989 e 1999, a IBA Emscher Park foi promovida pelo governo da Renânia do Norte-Vestfália, com a finalidade de promover a revitalização de uma região industrial de 20 por 50 milhas, que se estende de Duisburg a Dortmund, ao longo do vale do rio Emscher. O empreendimento foi gerenciado a partir de uma pequena agência de desenvolvimento, comandada por um administrador não pertencente aos quadros políticos regionais e designado pelo governo do estado, a qual tinha a função de interlocução com os governos locais, visando à implementação de planos e projetos que “irradiariam sua influência e ajudariam a definir o novo caráter pretendido para a região.” Os recursos financeiros para viabilizar os empreendimentos, provenientes principalmente da União Européia, eram administrados pela agência, e a contratação dos projetos, geralmente selecionados por meio de concursos públicos, era realizada pela comunidade local, pela indústria ou por sociedades de direito público ou privado.<sup>24</sup>

O memorial original do projeto definiu como principais objetivos da iniciativa os seguintes aspectos: transformação ecológica e revitalização estrutural do cenário de abandono; renaturalização do rio Emscher; redensolvimento de *brownfields*; conservação da herança industrial; construção de habitações de baixo custo; promoção de novos ambientes de trabalho arquitetonicamente notáveis e a promoção da indústria cultural e de artes.

---

<sup>24</sup> ALVES, M. P. Op. Cit.

Embora fundamental para o sucesso do empreendimento, o reuso de antigas áreas industriais encontrou dificuldades em função de fatores locacionais pouco favoráveis e da ausência de demanda do mercado imobiliário, por causa da existência de regiões mais atrativas, obrigando o poder público a tomar a frente na implantação de projetos em *brownfields*.

O Landschaftspark, concebido como parque público de lazer, é um dos diversos projetos promovidos pelo IBA Emscher Park na tentativa de produzir uma transformação sócio-econômica e ambiental da região. O parque ocupa as instalações da siderúrgica Thyssen, desativada em 1985, depois de 82 anos de funcionamento, em Duisburg-Meiderich.

Sem perspectiva de reocupação, somente em 1991 o governo municipal aceitou a oferta do IBA Emscher Park para iniciar a conversão do terreno de 230 hectares em um grande parque. Para isso, a agência estatal adquiriu o local pelo preço simbólico de 1 marco e convenceu a Thyssen a ceder US\$2,5 milhões para o fundo de desenvolvimento, promovendo a seguir um concurso internacional para o projeto, vencido pelo arquiteto paisagista Peter Latz.

A proposta de Latz consistiu na implantação de um parque que integrasse os fragmentos resultantes de padrões de ocupação industrial pré-existent, mesclando história, elementos naturais, recreação, lazer e cultura, para recriar uma nova paisagem.

A área foi aberta ao público em 1994 e, ao longo dos anos, novos usos foram sendo incorporados e outras estruturas existentes, algumas com contaminação remediada, foram sendo reaproveitadas. Assim, um antigo alto-forno abriga um teatro ao ar livre para óperas, concertos e exibição de filmes, um tanque de gás com 20.000 m<sup>3</sup> transformou-se em tanque de mergulho e antigos depósitos de carvão comportam atividades de escalada, promovidas pela Associação Alemã de Montanhismo. Ainda fazem parte do complexo um pequeno teatro experimental, uma discoteca, *playgrounds* e trilhas para caminhada e ciclismo.

A vegetação é parte integrante da paisagem e permeia as diversas atividades do parque. Numa área mais reservada e restrita ao acesso do público, localizada numa faixa de terra remanescente junto à rodovia, cresce

uma vegetação que, durante vários anos, sofreu pouca perturbação, encontrando-se em estágio avançado de sucessão e abrigando diversas espécies da fauna.



Foto 41 - Vista das instalações da antiga siderúrgica Thyssen

Fonte: Landschaftspark Duisburg-Nord GmbH



Foto 42 - Vista do parque a partir do alto-forno

Fonte: Landschaftspark Duisburg-Nord GmbH



Foto 43 - Área com vegetação, de acesso restrito

Fonte: Landschaftspark Duisburg-Nord GmbH



Foto 44 - Vegetação na área do antigo moinho

Fonte: Landschaftspark Duisburg-Nord GmbH



Foto 45 - Vista geral do parque

Fonte: Landschaftspark Duisburg-Nord GmbH

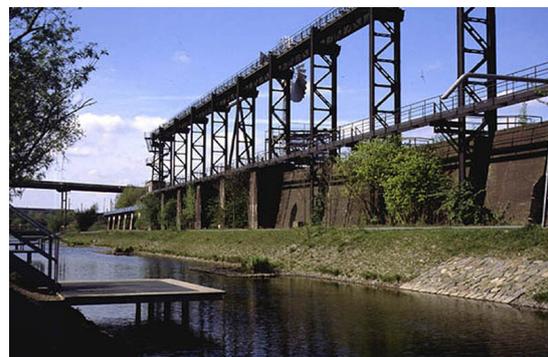


Foto 46 - Vista geral do parque

Fonte: Landschaftspark Duisburg-Nord GmbH

Atualmente o parque é administrado por uma parceria firmada entre os governos estadual e local, com o apoio de várias organizações não governamentais, e recebe mais de 500.000 visitantes por ano.

Dentro do espírito da IBA-Emscher Park, que propunha o desenvolvimento de projetos somente em áreas já ocupadas anteriormente com construções ou com remanescente que poderiam ser revertidas para a criação de uma nova paisagem, Alves (2003) ressalta a intenção de se utilizar de elementos tido como negativos e de “tirar partido da feiúra e do grotesco, principalmente das instalações industriais, como algo especial, diferente e interessante”, reconhecendo a importância histórica e cultural dessas instalações, como no exemplo do Landschaftspark.<sup>25</sup>

---

<sup>25</sup> ALVES, M.P. Op. Cit.

### **2.3.7. Parque das Nações – Lisboa**

A Expo'98 de Lisboa foi considerada a última grande exposição internacional do século XX. Embora a idéia para sua realização tenha tido origem na Comissão para a Comemoração dos Descobrimentos Portugueses, a temática da exposição não ficou restrita ao festejo dos acontecimentos históricos, mas também à importância da preservação dos oceanos.

Particularmente para Lisboa, o evento representou uma grande oportunidade para promover a modernização da capital portuguesa, assim como a reabilitação urbanística e ambiental de uma área de cerca de 340 hectares, com 5 km de frente para o rio Tejo, denominada Parque das Nações, anteriormente ocupada por uma refinaria de petróleo e pelas antigas docas de Olivais.

A realização da Expo'98 constituiu o clímax de uma série de acontecimentos, como os Planos Estratégico e Diretor de Lisboa (1990-94) e o Plano de Ordenamento da Zona Ribeirinha (1993-94), que vinham se sucedendo ao longo dos últimos anos e, de alguma forma, procuravam mudar a relação da cidade com o rio e incentivar a criação de uma nova centralidade na metrópole.

A elaboração do Plano de Urbanização da área foi gerenciada numa primeira etapa por Carlos Duarte e José Lamas, em 1991, quando Lisboa foi eleita para sediar a exposição, e numa segunda fase, em 1993, por Nuno Portas, com colaboração de Manuel Graça Dias e Egas José Vieira.

A área de intervenção do plano, situada entre o rio e a estação ferroviária, foi subdividida em seis zonas para as quais foram elaborados estudos mais detalhados denominados Planos de Pormenor, cada um deles executado por um diferente arquiteto. George Hargreaves e João Nunes foram responsáveis pelo plano do Parque do Tejo e do Trancão, que compreende a faixa ribeirinha correspondente aos respectivos rios e visou à criação de uma zona verde reservada ao desenvolvimento de atividades de lazer, esporte e educação ambiental.

As metas de execução do plano previam a implantação do recinto da exposição e os seus acessos até 1998 e a sua consolidação até o ano de

2010, com a construção de edificações destinadas aos usos habitacional, comercial, de serviços, cultura e lazer.

Desde o início, houve a preocupação por parte dos planejadores de se garantir a integração da área do Parque das Nações ao tecido urbano, evitando assim o abandono das construções, por meio da conexão com a rede de transportes da zona metropolitana e da previsão de usos futuros para os diversos pavilhões.

Do ponto de vista da requalificação ambiental, as principais ações estiveram relacionadas ao tratamento do solo onde estavam instaladas as companhias petrolíferas e à recuperação do aterro sanitário de Beirolas. No primeiro caso, as investigações efetuadas no solo demonstraram a presença de hidrocarbonetos acima dos limites aceitos para o uso residencial, conforme previsto no Plano de Urbanização, mas confirmaram que as características geológicas eram favoráveis e funcionavam como barreira natural à migração de contaminantes, detectados até cerca de dois metros, para camadas mais profundas. Uma estação de tratamento de águas residuais móvel, instalada no local durante a escavação do solo, foi empregada para o tratamento das águas subterrâneas e a recuperação da fase livre, constituída de subprodutos de petróleo que flutuam sobre o lençol de água subterrânea.

O Aterro Sanitário de Beirolas situa-se no extremo Norte do Parque das Nações e foi operado entre 1985 e 1990. Como consequência de sua exploração, além do período originalmente previsto, o aterro acabou apresentando problemas de funcionamento nos sistemas de drenagem de lixiviados e de biogás, assim como de estabilidade dos taludes.

Os trabalhos de recuperação do aterro foram constituídos das seguintes medidas: reconformação dos taludes para melhorar as condições de estabilidade; coleta e tratamento do lixiviado; coleta e tratamento do biogás, com a queima ou o aproveitamento para produção de energia; contenção dos resíduos com a colocação de membrana impermeabilizante; instalação de sistema de drenagem superficial; colocação de camada de solo para o plantio de espécies vegetais, como parte integrante do Parque Urbano do Tejo. Tendo em vista os prazos disponíveis e o baixo custo, a solução adotada para o solo contaminado por hidrocarbonetos, retirado dos terrenos das empresas

petrolíferas, foi a sua utilização como material de enchimento na remodelação dos taludes, em célula confinada.

A proximidade do aterro sanitário da Estação de Tratamento de Águas Residuais de Beirolas favoreceu o tratamento do lixiviado, que é bombeado por um sistema elevatório e conduzido até a Estação de Tratamento de Águas Residuais.

Além das ações já descritas, a implantação do Parque das Nações permitiu a adoção de um programa de reciclagem de material inerte, proveniente das ações de demolição, o que envolveu o processamento de cerca de 812.000 toneladas de concreto e 190.000 toneladas de material de alvenaria, reutilizados na construção das novas edificações.

Como parte do Plano de Urbanização do Parque, a criação das zonas verdes previu o transplante de cerca de 500 árvores previamente existentes na área. Ainda como alternativa ao uso de solo importado nos locais de plantio, optou-se pela preparação da terra com os materiais originários do próprio parque, inclusive o lodo resultante do processo de tratamento de esgotos da Estação de Tratamento de Águas Residuais e o composto orgânico produzido na Estação de Tratamento de Resíduos Sólidos de Beirolas.

Para acompanhar a eficácia das ações programadas e verificar a necessidade de medidas corretivas, foi instituído um Plano de Monitoramento Ambiental, que abrange a avaliação dos seguintes indicadores: qualidade dos solos; águas subterrâneas; águas superficiais e sedimentos; poluição atmosférica; ruído; geotecnia; meteorologia; comunidades biológicas e outros aspectos sócio-econômicos.



Foto 47 - Vista da área do Parque das Nações antes da intervenção, com as empresas petrolíferas ao centro

Fonte: Parque Expo 98, S.A.



Foto 48 - Vista geral do Parque das Nações

Fonte: Revista Projeto nº 233 – 1998

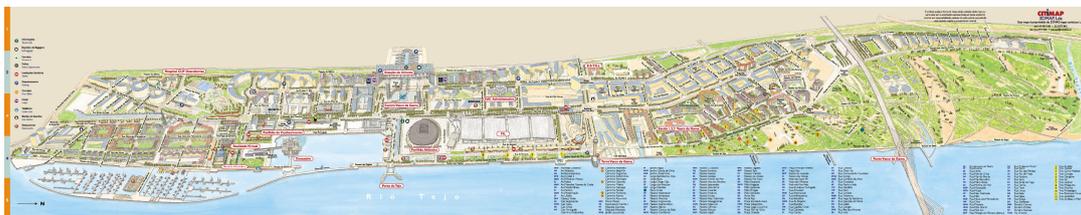


Fig. 15 - Mapa do Parque das Nações

Fonte: Parque Expo 98, S.A.

### **2.3.8. Estados Unidos**

Os casos de remediação de sítios contaminados nos Estados Unidos estão basicamente sob a supervisão da *Environmental Protection Agency* – EPA.

Os exemplos apresentados a seguir estão inseridos no *Superfund*, programa do governo federal norte-americano para limpeza de áreas com resíduos perigosos não controlados. A abordagem dessas áreas ocorre, de forma geral, mediante a realização de investigações a respeito da contaminação e o desenvolvimento de projetos de remediação pela EPA, os parceiros locais e as partes responsáveis potenciais (PRPs), com consulta às comunidades locais.

Especificamente nestes exemplos foi utilizado o modelo de remediação presumida, que consiste no emprego de tecnologias preferenciais já consagradas para locais com características semelhantes, considerando a experiência acumulada pela EPA durante os anos, e que tem como objetivo a aceleração das ações de limpeza e a redução de custos. Desse modo, a remediação presumida em aterros de resíduos municipais ou similares preconiza como forma de tratamento preferencial a contenção da massa de resíduos, a coleta e/ou tratamento de gases e medidas de controle de chorume, das águas subterrâneas dentro do perímetro do aterro e/ou do lençol freático que estiver causando a saturação da massa do aterro.

Nas áreas ora descritas, a remediação permitiu a recuperação ambiental e da paisagem, possibilitando o seu reuso para práticas esportivas e de lazer pelas comunidades, além de contribuir para a melhoria das condições dos ecossistemas locais.

#### **2.3.8.1. Aterro de Bowers**

O antigo aterro de Bowers localizava-se no distrito de Pickaway, ao norte de Circleville, estado de Ohio, próximo ao rio Scioto. Possuía cerca de 12 acres de superfície e teve origem numa pedreira que havia iniciado as suas atividades em 1958, sendo logo a seguir utilizada como vazadouro de resíduos municipais, que eram depositados diretamente sobre o solo e cobertos com

terra, conforme prática usual na época. A partir de 1963 os operadores do local passaram a aceitar também resíduos químicos e industriais, atividade que perdurou até o ano de 1968, quando a área foi abandonada.

Somente em 1971, durante uma vistoria de rotina, funcionários do órgão de saúde local descobriram a existência de uma alta concentração de substâncias químicas, nas proximidades do rio Scioto, que haviam sido carregadas para as águas subterrâneas pela chuva e pelas constantes cheias do rio.

O aterro foi incluído na Lista de Prioridades Nacionais (NPL) em setembro de 1983, tendo a Companhia E.I.DuPont de Nemours e as Indústrias PPG como partes responsáveis potenciais. As investigações para remediação identificaram diversos contaminantes nos poços de monitoramento das águas subterrâneas, entre os quais se encontravam metais, compostos orgânicos voláteis e semi-voláteis, PCBs e pesticidas.

As ações de remediação foram acordadas em 1989 e requeriam a cobertura do aterro com argila, a implantação de um sistema de drenagem superficial e de medidas para evitar a erosão, além do monitoramento de gases e das águas subterrâneas por trinta anos após a conclusão da cobertura, para verificar eventuais migrações para fora da área do aterro.

Especificamente neste caso, a EPA e a Ohio EPA decidiram implementar ações no sentido de proteger a nova cobertura do aterro contra as inundações periódicas do rio Scioto. Aproveitando, então, a proximidade daquele curso d'água e as cavas abertas para a retirada de argila, foi criada uma zona de alagados (*wetlands*) de sete acres entre o rio e o antigo aterro, propiciando não só a criação de uma barreira contra as cheias, mas também de condições favoráveis ao ecossistema local. Dessa forma, além de servir como habitat para diversas espécies de plantas e animais, as *wetlands* possuem a importante função de filtragem de sedimentos, nutrientes, microorganismos, metais e poluentes contidos no escoamento de águas provenientes de vias e propriedades rurais.

A recuperação ambiental e paisagística da área possibilitou também o surgimento de novas oportunidades de recreação à população, como pesca e canoagem, e a valorização das propriedades da comunidade.



Foto 49 - Vista do aterro, antes da recuperação

Fonte: *Environmental Protection Agency - EPA*



Foto 50 - Vista do aterro, antes da recuperação

Fonte: *Environmental Protection Agency – EPA*



Foto 51 - Vista do aterro, antes da recuperação

Fonte: *Environmental Protection Agency - EPA*



Foto 52 - Vista do aterro, antes da recuperação

Fonte: *Environmental Protection Agency – EPA*



Foto 53 - Vista do aterro, após a recuperação

Fonte: *Environmental Protection Agency - EPA*



Foto 54 - Vista de *wetland*, após a recuperação

Fonte: *Environmental Protection Agency – EPA*



Foto 55

- 1 - Obras de cobertura do aterro
- 2 – *Wetland* durante as obras de recuperação
- 3 – Vista de *wetland*, após a recuperação

Fonte: *Environmental Protection Agency - EPA*

### 2.3.8.2. Chisman Creek

Situada a 15 km ao norte de Norfolk, no distrito de York, estado da Virgínia, esta área de cerca de 100.000 m<sup>2</sup> foi local de deposição de cinzas provenientes da estação de geração de energia Virginia Power's Yorktown Power Station em cavas de areia e pedra, entre os anos de 1957 e 1974, recebendo mais de 500.000 toneladas de resíduos perigosos.

No ano de 1980, em consequência de queixas de moradores a respeito da qualidade da água de poços, as agências estatais procederam à investigação da área. Foi constatada naquela ocasião a presença de diversos tipos de metais pesados, como arsênio, cromo, chumbo, selênio e outros, extremamente nocivos à saúde, nas águas subterrâneas, em diversas lagoas e no córrego Chisman, oriundos dos resíduos ali depositados, com a agravante de que as lagoas e o estuário do Chisman eram utilizados pela população com atividades de lazer.

A agência federal de proteção ambiental, EPA, dá então início aos entendimentos com a comunidade local, as agências estatais e a Virginia Power, visando à recuperação da região em 1983, após a sua inclusão na lista de áreas com resíduos perigosos prioritárias para remediação.

Na primeira etapa dos trabalhos de remediação, iniciada em 1983, a Virginia Power efetuou a cobertura das cavas que receberam cinzas com camadas de argila, solo limpo e vegetação e instalou um sistema de tratamento de águas subterrâneas na cava mais antiga e profunda, além de estender a rede de água pública a propriedades com poços contaminados. A etapa seguinte consistiu na recuperação de três lagoas, de um curso d'água tributário e do estuário do córrego Chisman, com a construção de *wetlands*, e no estabelecimento de um programa de monitoramento da qualidade das águas subterrâneas e superficiais.

A exemplo do que ocorreu no aterro de Bowers, a solução adotada em Chisman Creek foi a contenção da massa de resíduos e o monitoramento dos aquíferos para o acompanhamento de eventuais migrações da contaminação. O projeto desenvolvido pela EPA e as partes responsáveis levou em consideração as aspirações da comunidade em relação à construção de um complexo esportivo no local e, assim, a cobertura do aterro foi executada de forma a servir de base para campos esportivos e instalações como arquibancadas e alambrados. Atualmente o complexo possui dois campos de *softball*, quatro campos de futebol, estacionamento e instalações para pequeno comércio e para depósito de equipamentos.



Foto 56 - Vista do aterro, antes da recuperação

Fonte: *Environmental Protection Agency - EPA*



Foto 57 - Vista de área de *wetlands* recuperada

Fonte: *Environmental Protection Agency - EPA*



Foto 58 - Vista de área de *wetlands* recuperada

Fonte: *Environmental Protection Agency – EPA*



Foto 59 - Vista do rio, após a recuperação da área

Fonte: *Environmental Protection Agency - EPA*



Foto 61 - Vista do rio, após a recuperação da área

Fonte: *Environmental Protection Agency - EPA*



Foto 60 - Vista geral da área do aterro recuperada

Fonte: *Environmental Protection Agency – EPA*



Foto 62 - Vista do rio, após a recuperação da área

Fonte: *Environmental Protection Agency – EPA*

### 2.3.8.3. New Bedford

New Bedford, no passado um próspero porto baleeiro e um centro produtor de tecidos finos no estado de Massachusetts, apresenta problemas ambientais que atingiram as condições da bacia que envolve a região portuária.

Numa área de 18.000 acres localizada em zona urbana, junto ao estuário do rio Acushnet, sedimentos altamente contaminados por bifenilas policloradas (PCBs) e metais pesados, provenientes de pelo menos duas indústrias locais que despejavam seus efluentes diretamente nas águas do porto e na rede de esgotos, foram se acumulando ao longo de vários anos. O uso de PCBs nessas empresas estendeu-se de 1940 a 1970, quando foi banido pela EPA.

A contaminação no porto de New Bedford atingiu uma extensão de cerca de nove quilômetros, a partir do curso superior do rio Acushnet até a baía de Buzzards, impossibilitando o consumo de frutos do mar originários daquela região e a sua utilização para atividades recreativas. A ingestão contínua de alimentos com PCBs aumenta significativamente o risco de câncer e outras doenças.



Foto 63 - Vista aérea do estuário do rio Acushnet

Fonte: *Environmental Protection Agency - EPA*



Foto 64 - Vista aérea do estuário do rio Acushnet

Fonte: *Environmental Protection Agency - EPA*



Foto 65 - Processo de dragagem de sedimentos contaminados com PCBs do leito do rio

Fonte: *Environmental Protection Agency - EPA*



Foto 66 - Plantio de restauração de área pantanosa em andamento

Fonte: *Environmental Protection Agency - EPA*



Foto 67 - Vegetação de restauração das *wetlands*, após o plantio

Fonte: *Environmental Protection Agency - EPA*



Foto 68 - Processo de fixação de raízes da vegetação nas *wetlands*

Fonte: *Environmental Protection Agency - EPA*



Foto 69 - Processo de fixação de raízes da vegetação nas *wetlands*

Fonte: *Environmental Protection Agency - EPA*

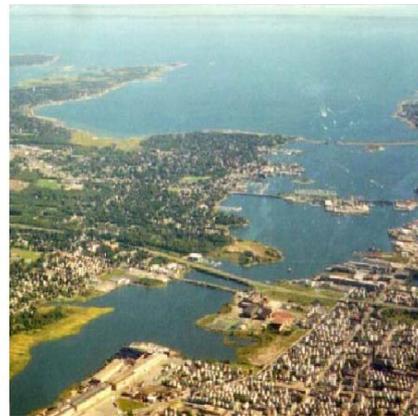


Foto 70 - Vista do rio Acushnet e da baía de Buzzards ao fundo

Fonte: *Environmental Protection Agency - EPA*

As ações iniciais para recuperação da área tiveram início em 1982 com a colocação de avisos de alerta sobre a presença de PCBs. A remediação da porção mais afetada de toda a área, situada ao norte do rio e com superfície aproximada de cinco acres, foi executada através de um processo de dragagem dos sedimentos, posteriormente dispostos em aterro autorizado, e do tratamento em loco da água removida durante a dragagem. Já nas regiões a montante e a jusante do porto, o tipo de remediação selecionada pela EPA requereu a dragagem e a contenção da linha costeira. Como parte da recomposição das áreas marginais do rio, recorreu-se à construção de *wetlands* e à implantação de parques. Prevê-se ainda a realização de investigações adicionais na área da baía de Buzzards, ao sul da barreira contra furacões, com o objetivo de se verificar a necessidade da implementação de ações de limpeza complementares.

#### **2.3.8.4. Companhia Mineradora Anaconda**

No passado uma das maiores companhias mineradoras dos Estados Unidos, a Anaconda produziu cobre a partir de 1882, quando foram iniciadas as atividades de exploração e fundição no distrito de *Deer Lodge*, estado de Montana. A exploração exaustiva de cobre deixou como legado um terreno totalmente escavado e contaminado por metais pesados, incluindo arsênio, cobre, cádmio, chumbo e zinco.

Atualmente habitam a região cerca de 10.500 pessoas, que é limitada ao norte e a leste pelo córrego *Warm Springs*, ao sul pela montanha *Anaconda-Pintler* e a noroeste pelas montanhas *Flint Creek*.

A EPA inseriu a área da fundição e seu entorno na Lista de Prioridades Nacionais (NPL) em 1983, e o estado de Montana e a ARCO, atual proprietária do terreno, iniciaram as investigações visando identificar a extensão da contaminação.

Em razão da grande quantidade de resíduos remanescente na propriedade, a EPA decidiu dividi-la em onze unidades menores. Numa delas, com mais de 1,5 milhões de metros cúbicos de solo, escória, fuligem e diversos tipos de poluentes, que havia sido utilizada como fundição primária e processamento, de 1880 a 1902, o plano de remediação previu a preservação do significado histórico daquele sítio e a construção de um campo de golfe de alto padrão sobre parte da área. O projeto contou com a consultoria de um renomado jogador de golfe, que tirou partido da beleza das montanhas ao redor e incorporou antigos artefatos e instalações da fundição no *lay-out* do curso, e o terreno contaminado recebeu uma cobertura de 45 a 50 cm de solo, com posterior revegetação, e a instalação do mais moderno sistema de drenagem existente. Como complemento ao projeto foi implantada uma trilha ao redor do curso de golfe, que proporciona ao caminhante um contato direto com a história da antiga companhia mineradora.



Foto 71 - Vista da área do campo de golfe, em processo de recuperação

Fonte: *Environmental Protection Agency – EPA*



Foto 72 - Vista da trilha para caminhadas com as instalações remanescentes da antiga atividade mineradora

Fonte: *Environmental Protection Agency - EPA*



Foto 73 - Vista do campo de golfe em atividade

Fonte: *Environmental Protection Agency – EPA*

### **Capítulo 3**

#### **Estudos de caso na cidade de São Paulo**

As mudanças mais recentes observadas no perfil econômico da cidade e seu conseqüente reflexo sobre as formas de ocupação do espaço urbano, além da crescente preocupação com as questões ambientais, colocaram em maior evidência o problema da contaminação, com a descoberta de diversas áreas nessas condições, entre elas os três espaços públicos municipais apresentados neste capítulo (Figura 16).

As áreas aqui consideradas estão inseridas em paisagens, que resultaram do processo de transformações urbanas ocorridas nas últimas décadas, abordado no Capítulo 1. O incinerador de Pinheiros, o aterro Jacuí e a usina de compostagem de Vila Leopoldina, inicialmente implantados em áreas pouco ocupadas, acabaram sendo envolvidos pela expansão da malha urbana, com o passar do tempo, inviabilizando a sua permanência no local, especialmente nas duas últimas áreas. Em comum, apresentam o fato de estarem situadas em regiões de várzea, junto a vias expressas de tráfego intenso, em zonas de uso misto, embora em contextos urbanos diversos. Enquanto o incinerador de Pinheiros ou Sumidouro localiza-se em região de alto valor imobiliário, o entorno da usina de Vila Leopoldina caracteriza-se pelo uso industrial em processo de transformação e o aterro Jacuí pela paisagem típica das áreas periféricas da cidade. Além do contexto urbano e das características específicas de cada área, a existência de dados disponíveis e a perspectiva de implantação de projetos paisagísticos nesses locais pela Municipalidade foram fatores considerados para a seleção dos três casos.

Do ponto de vista da remediação, Vila Leopoldina e Sumidouro apontam para medidas que procuram evitar o contato direto dos usuários com o material contaminado. Na hipótese da existência de bens a proteger no entorno, como aquíferos ou reservatórios utilizados para abastecimento, poderia haver a necessidade de obras de engenharia mais complexas, o que dependeria de cada caso.

Como já foi observado, o reaproveitamento de aterros de resíduos sólidos também deve ser precedido de investigações que verifiquem basicamente a existência de gases e a presença de contaminações, que possam ter atingido as águas subterrâneas ou outros bens a proteger no seu entorno.

A reutilização de aterros de resíduos inertes provenientes da construção civil, a princípio, pode ser considerada menos problemática. Contudo, a realidade na cidade de São Paulo tem demonstrado que esses aterros nem sempre são constituídos exclusivamente de resíduos inertes.

Em aterros encerrados mais recentemente, a geração de biogás permanece intensa, o que pode ser explorado economicamente através da sua conversão em energia. A transformação dessas áreas em parques, embora possível no curto prazo, requer maiores cuidados em função dos gases e de recalques mais acentuados, tornando necessárias medidas como a execução de camadas de impermeabilização mais resistentes, de sistemas eficientes para a captação de gases e de procedimentos de manutenção mais elaborados.

A construção de parques sobre aterros desativados pode implicar custos maiores de implantação em comparação a outras áreas. Deve-se considerar, porém, que por estarem situadas em regiões densamente habitadas e carentes de espaços públicos são constantemente reivindicadas pela população para a utilização como áreas verdes e de lazer.

A existência de restrições de uso em razão das condições ambientais específicas de cada área torna fundamental o esclarecimento da situação às populações locais nas três áreas, onde há históricos de reivindicação dos moradores pela construção de parques. A execução dos estudos ambientais pode requer um período de tempo considerável em relação às expectativas da população, que geralmente são mais imediatas, mas é importante que ela possa entender a necessidade desse procedimento e até acompanhar a sua realização.

De qualquer modo, a execução de projetos em áreas com potencial ou suspeita de contaminação ou comprovadamente contaminadas deve,

obrigatoriamente, adequar-se às eventuais restrições de uso estabelecidas após a realização das investigações ambientais.

O monitoramento das áreas remediadas é uma etapa importante, posterior à implantação das medidas de remediação da contaminação, que visa ao acompanhamento constante da eficácia das referidas medidas por um período a ser determinado pelo órgão de controle ambiental competente.

O estudo das áreas focalizadas no presente capítulo permite vislumbrar as potencialidades de reutilização de terrenos com restrições ambientais, relacionadas à presença de contaminantes no solo e nas águas subterrâneas, para a implantação de projetos paisagísticos, mesmo com limitações de uso.

Se por um lado, o reaproveitamento dessas áreas sem os devidos cuidados pode representar um risco, por outro, a sua ociosidade pode significar um incentivo à ocupação irregular com todas as conseqüências e riscos inerentes.

Dessa forma, a sua recuperação, por meio de projetos para espaços livres que os restituam ao uso público, pode responder aos anseios das populações locais, desde que sejam tomadas todas as precauções requeridas pelos estudos ambientais e consideradas as demandas específicas de cada comunidade.

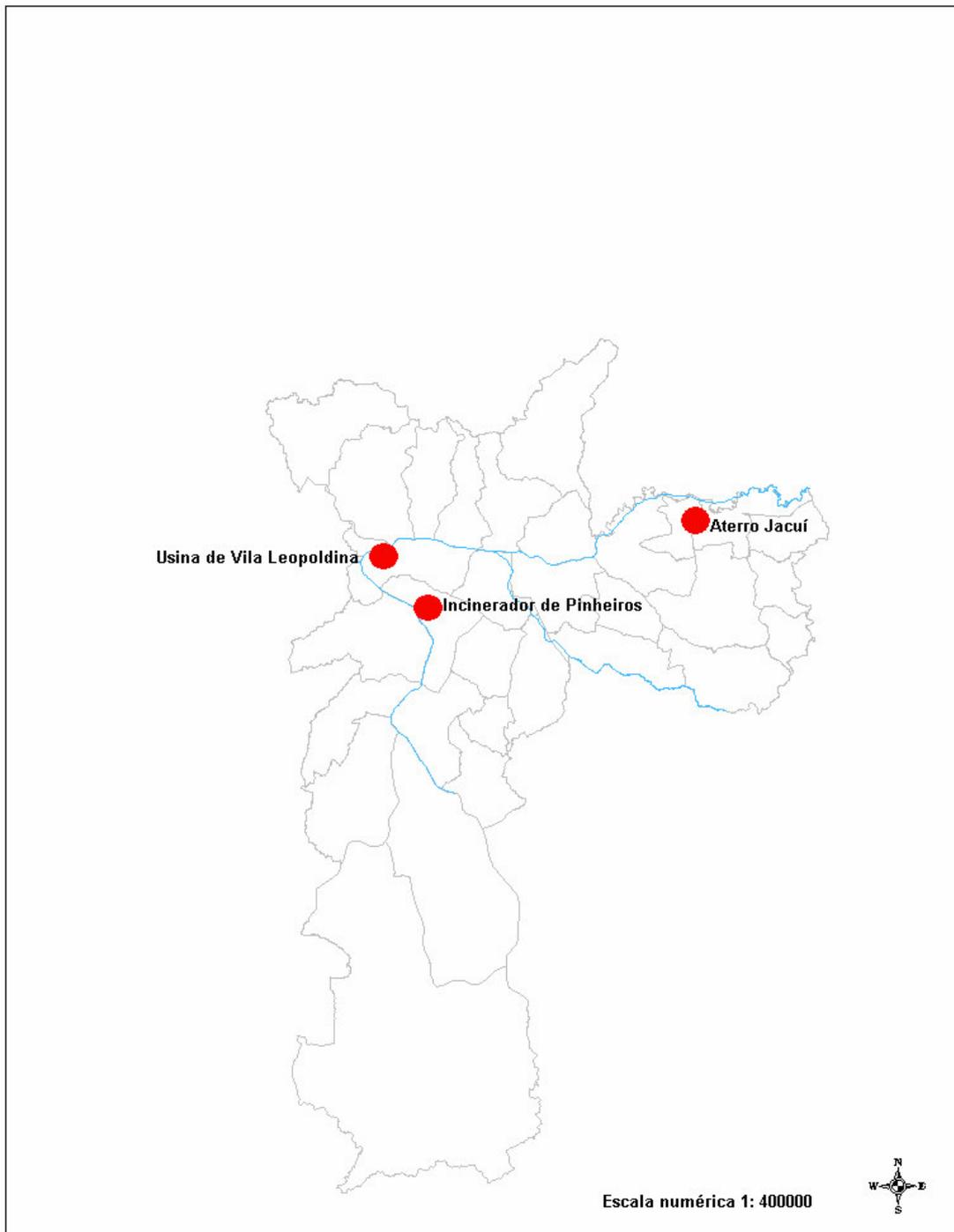


Figura 16: Localização das áreas de estudo na cidade de São Paulo

### **3.1. Estudos de caso**

#### **3.1.1. Incinerador Pinheiros (Sumidouro)**

As inovações tecnológicas e a incompatibilidade da emissão de poluentes com os padrões ambientais, aliadas a outros fatores, provocaram a obsolescência de determinados equipamentos, como no caso dos antigos incineradores de resíduos da cidade de São Paulo, entre eles, o de Pinheiros, mais conhecido como Sumidouro.

Construído na várzea do rio Pinheiros, ainda não retificado na época, o incinerador iniciou suas atividades em 1949 para o atendimento da crescente demanda pelos serviços de disposição de resíduos sólidos na cidade. Durante o período de operação processou basicamente resíduos domiciliares e, somente nos últimos anos antes de sua desativação em 1989, recebeu resíduos de serviços de saúde. A edificação principal, totalmente construída em tijolos, inclusive a sua chaminé, constitui-se no primeiro exemplar de incinerador de resíduos erguido na cidade. As Fotos 74 e 75 demonstram o padrão de ocupação da região nos anos de 1940 e 1954.

Existem evidências da execução de aterros em áreas adjacentes ao terreno, onde houve, segundo relatos, a deposição de resíduos e de cinzas resultantes de material incinerado.

A área, com aproximadamente 16.000 m<sup>2</sup>, encontra-se atualmente em região totalmente urbanizada e bastante valorizada do ponto de vista imobiliário (Foto 76). No seu entorno imediato estão localizadas a Secretaria Estadual de Meio Ambiente e a sede da CETESB, a Subprefeitura de Pinheiros, a SABESP e instalações da Companhia de Engenharia de Tráfego – CET. Em terreno em frente, no lado oposto da rua do Sumidouro, funciona a sede da Editora Abril em edifício que se configura como marco significativo na paisagem da região.

Por estar localizada em região extremamente valorizada do ponto de vista imobiliário, em 2004 foi objeto de venda pela Prefeitura do Município de São Paulo como parte de uma área que englobava o terreno ocupado pela Subprefeitura de Pinheiros, embora não houvesse menção à questão da contaminação no edital de licitação. A transação não foi totalmente

concretizada, e apenas uma parcela onde anteriormente funcionava a Administração Regional do bairro foi vendida, para a construção de um condomínio de alto padrão.

A partir da proposta da Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente de se implantar um parque público no local, foram realizadas as primeiras investigações para a avaliação da contaminação da área.

Em estudo realizado pela Ambiterria – Tecnologia de Meio Ambiente Ltda., em 2002, foi constatada a presença de metais, como chumbo, arsênio e níquel, no solo, e arsênio e selênio, na água, acima dos níveis de intervenção da tabela de “Valores Orientadores para Solos e Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo”. Ainda foram encontrados resíduos e cinzas em subsuperfície, distribuídos heterogeneamente no terreno.

Em 2003, outras investigações executadas no solo pela EMBRAPA demonstraram concentrações de zinco, cobre, chumbo e bário na maior parte das amostras, e níquel e cádmio em quatro delas, acima dos valores de intervenção estabelecidos pela CETESB. As investigações estenderam-se à vegetação existente, cujas amostras foram subdivididas em partes comestível e não comestível. Com base em material elaborado pela Organização Mundial de Saúde - OMS, os estudos não detectaram metais acima dos limites considerados aceitáveis por aquela organização, entretanto, por se tratar de assunto sem legislação específica e ainda passível de discussão, foi recomendada a retirada e incineração de todas as espécies vegetais próprias ao consumo humano.

Recentemente, a Nickol do Brasil realizou uma pesquisa específica na área para verificar a presença de dioxinas e furanos, substâncias cancerígenas, no solo e na edificação do antigo incinerador <sup>26</sup>. Na inexistência de valores orientadores nacionais para esses parâmetros, foram adotados os constantes da regulamentação da lei federal alemã de Proteção de Solo e de Águas Contaminadas, de 1999. A análise das amostras coletadas na edificação, constituídas de material de raspagem das paredes e dos tetos,

---

<sup>26</sup> NICKOL DO BRASIL. *Avaliação de amostragem de solo e material de construção nas instalações do antigo incinerador Sumidouro*, rua Sumidouro, 580, Pinheiros, São Paulo – SP. São Paulo, 2004.

indicaram concentrações acima dos padrões de intervenção, o mesmo não ocorrendo com as amostras de solo.

O que se constata na área, no momento, é a utilização de parte do terreno, inclusive da antiga edificação do incinerador, por cooperativas de triagem de materiais recicláveis, atividade que vem sendo desenvolvida no local, de forma bastante precária, há aproximadamente três anos. Parte da área externa é utilizada pela CET como estacionamento de veículos e para o armazenamento de equipamentos da companhia. A Secretaria Municipal de Saúde também ocupa uma edificação lateral, onde funciona o Centro de Integração, Informação e Preparação para Envelhecimento - C.I.I.P.

Grande parcela da área não edificada possui pavimentação com blocos de concreto intertravados, enquanto que a cobertura vegetal é composta arbustos e árvores, entre elas, figueiras, eucaliptos e frutíferas, algumas de grande porte.

Ainda permanecem no local um sistema de bomba e filtro desativado e um tanque de óleo diesel enterrado, utilizados no período de funcionamento do incinerador.



Foto 74 - Foto aérea da região do incinerador em 1940

Base: Secretaria Municipal da Habitação, 1940



Foto 75 - Foto aérea da região do incinerador em 1954

Base: Secretaria Municipal da Habitação, 1954



Foto 76 - Foto aérea do incinerador e seu entorno  
Base: Secretaria Municipal da Habitação, 2000



Foto 77 - Vista aérea da área do incinerador

Fonte: Secretaria do Verde e do Meio Ambiente



Foto 78 - Edificação do antigo incinerador

Fonte: Secretaria do Verde e do Meio Ambiente

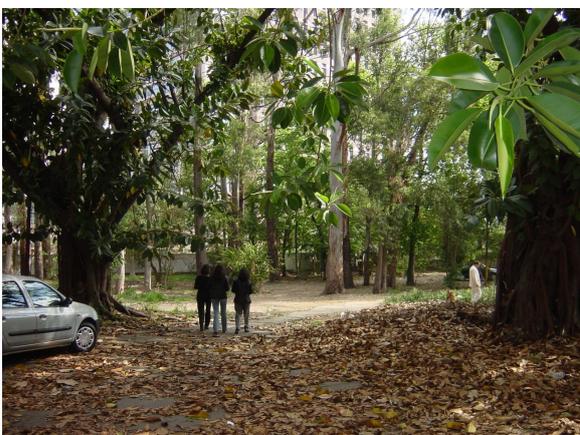


Foto 79 - Área vegetada do terreno

Fonte: Secretaria do Verde e do Meio Ambiente



Foto 80 - Vista frontal da área do incinerador, com a rua do Sumidouro em primeiro plano

Fonte: Secretaria do Verde e do Meio Ambiente



Foto 81 - Vista frontal da área do incinerador



Foto 82 - Vista frontal da área do incinerador



Foto 83 - Vista da rua do Sumidouro, em direção à área do incinerador



Foto 84 - Vista da rua do Sumidouro, em direção oposta à área do incinerador



Foto 85 - Vista da rua do Sumidouro com o edifício da Editora Abril ao fundo



Foto 86 - Edifício da Editora Abril, a partir da área do incinerador

A situação do incinerador de Pinheiros assemelha-se a de antigas propriedades fabris da cidade, em bairros pioneiros no processo de industrialização, que tinham como procedimento comum a prática de depositar os resíduos sólidos no próprio terreno, ou mesmo de introduzir resíduos líquidos no solo, produzindo condições para o acúmulo de substâncias contaminantes.

Na avaliação da CETESB, que acompanha o caso, há a necessidade de se efetuar investigações complementares na área, devido à incerteza quanto à distribuição das cinzas pelo terreno.

É possível que, sob a área pavimentada externa, existam depósitos de cinzas e, na implantação de um parque no local, seria recomendável que não houvesse a remoção do piso para evitar o contato direto de trabalhadores e futuros freqüentadores com possíveis contaminantes. A remoção do material, embora viável, seria custoso e implicaria riscos durante o processo de escavação, o que exigiria mecanismos complexos para evitar a dispersão de poluentes.

A recuperação da área do antigo incinerador, visando à utilização como parque público, poderia envolver basicamente medidas de controle de engenharia e de controle institucional, conjugadas a métodos de contenção de possíveis contaminantes presentes no solo e de monitoramento.

A construção de canteiros elevados com a colocação de uma camada de solo diretamente sobre o piso existente impermeabilizado, associado a um sistema de drenagem eficiente, permitiria o plantio de espécies vegetais sem que houvesse o contato com a contaminação.

Apesar das dúvidas quanto a eventuais efeitos da contaminação sobre as plantas, seria igualmente prudente evitar o contato direto com o solo na parte permeável e já vegetada do terreno. Para isso seria necessária a colocação de uma camada de solo limpo sobre o existente, de tal forma que não ocorresse o aterramento do colo das árvores plantadas, com o posterior plantio de espécies vegetais com raízes pouco profundas. A vegetação, nesse caso, assumiria um caráter contemplativo, não se permitindo nenhum tipo de atividade no interior dessa área.

A colocação de elementos que exijam a escavação de solo, como fundações, também deverá observar os cuidados necessários para se evitar o contato dermal, a ingestão ou a inalação de material contaminado, providenciando-se também a disposição adequada dos resíduos, classificados como perigosos.

Para as águas subterrâneas, a CETESB também solicita a realização de investigações complementares com a instalação de poços a jusante e a montante da área onde foram depositados resíduos. A existência de um poço cacimba junto à edificação principal poderia representar um risco, o que recomenda a destinação adequada da água nele acumulada. O abastecimento do local por meio da rede pública de água afasta a possibilidade de contato direto com contaminantes eventualmente presentes no aquífero.

As medidas para a remediação da edificação do antigo incinerador deveriam contemplar, entre outras, a remoção dos revestimentos internos e a raspagem do forro e dos pilares de concreto, com a destinação adequada dos resíduos gerados e a execução de novo revestimento. A recuperação da construção possibilitaria a sua reutilização com atividades de caráter cultural e ambiental.

### 3.1.2. Aterro Jacuí

Inúmeras áreas públicas destinadas à implantação de áreas verdes na cidade de São Paulo não cumprem esta função e estão ocupadas irregularmente por favelas, equipamentos públicos, instituições, particulares e outros usos. A utilização de aterros desativados apresenta-se como opção à falta de terrenos públicos para tal finalidade, e a sua recuperação significa um ganho ambiental, não só do ponto de vista do acréscimo de áreas verdes e do tratamento adequado dos gases gerados, mas também da requalificação do espaço urbano. Estudo efetuado por técnicos da Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente em 2001, com o objetivo de avaliar a viabilidade ambiental para a implantação de parques municipais em seis aterros (Jacuí, Sapopemba, São Mateus, Santo Amaro, Vila Albertina e Itatinga) <sup>27</sup>, revela um estoque potencial de 1,1 milhão de m<sup>2</sup>.

Situado junto ao sistema viário Jacu-Pêssego, zona leste da cidade de São Paulo, o antigo aterro Jacuí, com cerca de 121.800 m<sup>2</sup>, ocupa um terreno anteriormente explorado por atividade de mineração de areia, na confluência dos córregos Jacu e Limoeiro, que resultou na formação de duas cavas, onde foram depositados resíduos.

Repetindo uma prática usual na época de depositar resíduos sólidos urbanos em cavas de mineração, a partir de 1981, a Prefeitura do Município de São Paulo inicia as atividades do aterro no local, de forma precária, o que reforça a suspeita da existência de contaminação. Essa situação perdura até o ano de 1983, quando as atividades do aterro são interrompidas por pressão de moradores do entorno e é firmado um acordo no qual a Prefeitura se compromete a implantar um projeto de conversão da área em aterro controlado.

A sua operação prossegue até 1988 e, pouco antes de seu encerramento, há a ocorrência de migração de gases gerados pela massa de resíduos para o interior de residências situadas em uma rua limítrofe ao aterro,

---

<sup>27</sup> SÃO PAULO (Cidade), Prefeitura do Município de São Paulo, Secretaria Municipal do Meio Ambiente. *Avaliação preliminar da viabilidade ambiental da implantação de parques municipais em aterros sanitários desativados*. São Paulo, 2001.

causando uma explosão e ferindo algumas pessoas. Sob orientação da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – CETESB, são tomadas medidas como a construção de drenos de gases mais profundos e a instalação de um sistema de exaustão forçada de gases. Mesmo nos anos subseqüentes, até 1994, a CETESB constata a presença de biogás em construções próximas ao aterro.

Atualmente a área está inserida em zona predominantemente residencial densamente ocupada com construções de baixo padrão e, como praticamente toda a região periférica da cidade, caracteriza-se pela ausência quase total de áreas verdes.

O aterro apresenta um grande platô central e taludes com inclinações suaves, exceto no limite com a rua Mimo de Vênus, não se observando, no momento, sinais de afloramento de lixo ou surgência de chorume. As antigas instalações para coleta e tratamento de chorume encontram-se desativadas, e nos drenos de captação de biogás não se verificam emanações gasosas, o que não indica, porém, que a sua geração tenha cessado.

Praticamente toda a área do aterro possui cobertura vegetal, composta por espécies herbáceas e arbustivas, além de extensas massas de eucaliptos, cujos exemplares apresentam troncos pouco desenvolvidos, provavelmente em razão da camada de solo pouco espessa existente sobre os resíduos.

Em 1991, uma equipe de técnicos do Departamento de Parques e Áreas Verdes – DEPAVE, quando ainda era vinculado à Secretaria de Serviços e Obras, deu início a um estudo pioneiro, cujo objetivo era identificar as espécies vegetais que melhor se adaptariam às condições adversas do aterro<sup>28</sup>. Numa primeira área foram plantadas mudas de 27 espécies arbóreas, entre as quais sibipiruna, cedro, resedá, guapuruvu e alfeneiro, enquanto que em outra, situada em taludes, foi feita a semeadura de gramíneas e leguminosas. Uma terceira área foi selecionada para regeneração natural, com a finalidade de se observar a sucessão natural durante um período de cinco anos. Infelizmente o

---

<sup>28</sup> FUKUSHIMA, Y.K. et al. Recomposição da vegetação em área degradada. In: Congresso Nacional sobre Essências Nativas, 2º, Curitiba, 1992. *Anais*. Curitiba, 1992.

estudo não teve prosseguimento e foi paralisado no ano seguinte, com a conseqüente perda das espécies plantadas.

Na mesma época, o DEPAVE havia elaborado um projeto e contratado uma empresa para a implantação de um parque, já denominado Primavera, mas a constatação de problemas durante a implantação da obra, decorrentes principalmente da emissão de gases, levou à sua inviabilização e à rescisão contratual.

Estudo realizado pela Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente, com a cooperação da COMGÁS<sup>29</sup>, em 2001, demonstrou que ainda havia uma significativa geração de gás no aterro, mas certamente não em quantidade suficiente para a sua exploração comercial, a exemplo de aterros com idade e características semelhantes como o Sapopemba e o São Mateus, avaliados por técnicos da *U.S. Environmental Protection Agency (EPA)*, em 1996.

Em 2002, é oficialmente criado, por meio da Lei Municipal 13.308, o Parque Primavera na área do aterro Jacuí e atualmente encontram-se em andamento, na Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente, procedimentos que visam à realização de avaliação ambiental para a confirmação da existência de contaminação e análise de risco, como etapa prévia à elaboração do projeto e à implantação do parque. Essa avaliação consiste na análise das condições do aterro quanto à estabilidade geotécnica, drenagem superficial, camada de cobertura, emissões de gases e contaminação do solo e das águas subterrâneas. A análise de risco tem como propósito a determinação dos riscos à saúde humana, decorrentes da presença de contaminação, e o estabelecimento de medidas e níveis de remediação, compatíveis com o uso futuro, nesse caso, um parque municipal. Um parecer técnico da CETESB, de 1998, já condicionava a reutilização do aterro à elaboração de um estudo de risco.

A importância do projeto atual reside no fato de se constituir, se concretizada, na primeira experiência de se construir um parque sobre um

---

<sup>29</sup> SÃO PAULO (Cidade), Prefeitura do Município de São Paulo, Secretaria Municipal do Meio Ambiente. *Avaliação preliminar da viabilidade ambiental da implantação de parques municipais em aterros sanitários desativados*. São Paulo, 2001.

antigo aterro de resíduos sólidos, na cidade de São Paulo, com o levantamento prévio das condições da área, cujas informações deverão subsidiar a elaboração do projeto paisagístico.

A intervenção no aterro Jacuí deverá servir também como modelo aos outros aterros desativados do município, para os quais houver previsão de uso como parque.



Foto 87 - Foto aérea do aterro Jacuí e seu entorno  
Base: Secretaria Municipal da Habitação, 2000



Foto 88 - Vista geral do entorno a partir do aterro, com a av. Jacu-Pêssego em primeiro plano



Foto 89 - Vista do córrego Jacu



Foto 90 - Vista do córrego Limoeiro



Foto 91 - Platô central do aterro



Foto 92 - Trilha entre eucaliptos pouco desenvolvidos



Foto 93 - Detalhe de um dreno de gás



Foto 94 - Residências na rua Mimo de Vênus



Foto 95 - Vista geral do entorno do lado oposto ao córrego Limoeiro

Em aterros de resíduos não inertes, como o Jacuí, a investigação sobre a geração de gases torna-se fundamental em razão dos riscos de explosividade. A experiência tem demonstrado que mesmo aterros encerrados há mais de vinte anos podem apresentar valores de concentração de gases acima do Limite Inferior de Explosividade, o que exige a implantação de sistemas para sua captação e destinação, antes que se promova qualquer tipo de ocupação dessas áreas.

Nos Estados Unidos tem sido comum o uso da tecnologia de microturbinas para a conversão de gases em energia para aterros de resíduos com menor capacidade de geração de biogás, alternativa que poderia ser avaliada como forma de suprir as necessidades de energia das instalações do futuro parque, considerando os resultados obtidos após as investigações a serem realizadas no aterro.

Os córregos Jacuí e Limoeiro, que delimitam o aterro, encontram-se canalizados a céu aberto. O primeiro teve as suas margens contidas por sistema de gabiões, executada durante a construção da avenida Jacu-Pêssego, estando em bom estado de conservação; no segundo a canalização, realizada de forma precária, apresenta diversos trechos deteriorados. A qualidade das águas de ambos os córregos está totalmente comprometida, fato que dificulta a sua utilização, nas atuais condições, como elementos efetivamente integrados ao parque previsto para o local.

Do ponto de vista técnico, o projeto de recuperação ambiental da área em questão poderá envolver a aplicação de medidas de controle de engenharia, representadas pela avaliação e recomposição do sistema de

contenção dos resíduos existente, e de medidas de remediação, no caso da constatação de possível contaminação das águas subterrâneas. Para tal finalidade deverá ser selecionada a técnica mais adequada para a situação, entre as diversas opções disponíveis, algumas delas já vistas anteriormente.

Para a definição das diretrizes de projeto também deverão ser identificadas as áreas externas à massa de resíduos, onde seja possível realizar o adensamento da vegetação, com o uso de espécies de maior porte e raízes mais profundas. No aterro Jacuí é possível que as raízes dos inúmeros exemplares de eucaliptos ali plantados tenham perfurado a camada de impermeabilização do aterro, o que poderia trazer algum tipo de risco relacionado à emissão de gases e à absorção de contaminantes, comprometendo o sistema de contenção. A avaliação desses riscos e da necessidade de substituição dessa vegetação só será possível após a conclusão das investigações.

A adoção de sistemas de contenção de resíduos é uma solução usual na recuperação de aterros de resíduos em vários países, especialmente nos Estados Unidos, conforme se constata em diversos casos tratados no âmbito do *Superfund*.

É importante observar que, mesmo com a implantação do parque, mecanismos de monitoramento da contaminação deverão ser instalados para o acompanhamento e controle da situação das condições ambientais locais.

Deve-se ressaltar que o parque Raposo Tavares, apresentado no Capítulo 2, foi o primeiro a utilizar um aterro para a implantação de uma área de lazer pública na cidade. É preciso considerar, no entanto, que na época de sua inauguração, as preocupações e os conhecimentos no campo ambiental eram incipientes e, desse modo, nem todas as técnicas adequadas foram empregadas para a sua construção, com conseqüências que perduram até o presente momento.

A inserção de uma área verde na zona leste da cidade de São Paulo representa a criação de um espaço público essencial para uma região densamente ocupada e extremamente carente de vegetação, além de se constituir num marco significativo na paisagem local.

É interessante traçar um paralelo com uma outra área de aterro próxima ao Jacuí, que se encontra num contexto diverso. Trata-se do aterro de São Mateus, que integra a Área de Proteção Ambiental do Carmo e que, no período de 1984 a 1985, recebeu resíduos sólidos do município. Da mesma forma que outras áreas semelhantes, o encerramento de suas atividades decorreu de movimentos da população do entorno contra os incômodos causados pela deposição de resíduos.

Encravada na mata da APA, São Mateus é um dos aterros destinados a se transformar em parque, porém, por suas próprias características, há propostas em favor de sua revegetação com espécies compatíveis com as condições do aterro e a posterior incorporação à mata existente, sem que haja acesso de público, permitindo assim a formação de uma massa verde contínua.

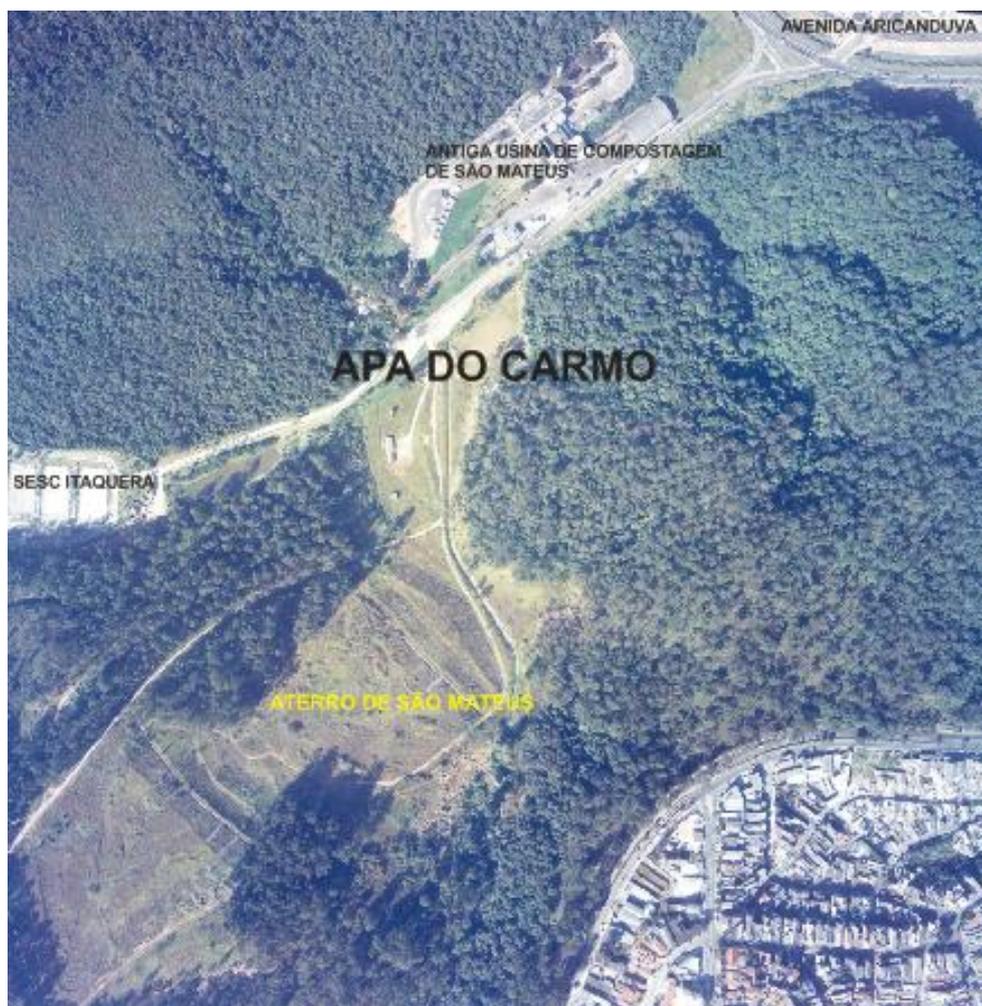


Foto 96 - Foto aérea do aterro São Mateus, inserido na Área de Proteção Ambiental do Carmo  
Fonte: Secretaria Municipal da Habitação, 2000



Foto 97 - Vista geral do aterro São Mateus

Fonte: Secretaria do Verde e do Meio Ambiente



Foto 98 - Vista do topo do aterro São Mateus

Fonte: Secretaria do Verde e do Meio Ambiente

### 3.1.3. Usina de compostagem de Vila Leopoldina

Usinas de compostagem são estabelecimentos que processam resíduos orgânicos, transformando-os em compostos utilizados para a melhoria das condições do solo para o cultivo de espécies vegetais.

No início da década de 70 foram instaladas duas delas na cidade de São Paulo, a de São Mateus, na zona leste em 1970, e a de Vila Leopoldina, na zona oeste em 1974, ambas com suas atividades já encerradas.

A usina de Vila Leopoldina situa-se numa área de 54.374 m<sup>2</sup>, na várzea do rio Tietê, próxima à sua confluência com o rio Pinheiros (Foto 99), e ali havia sido implantada em função do baixo adensamento populacional e da existência de diversas indústrias e facilidades, como as avenidas marginais dos rios Pinheiros e Tietê e a via férrea, em seu entorno.



Foto 99 - Foto aérea da usina de Vila Leopoldina e seu entorno  
Base: Secretaria Municipal da Habitação, 2000

Enquanto o crescimento industrial da região compreendida pelos bairros da Barra Funda, Água Branca e Lapa, iniciado com a implantação das ferrovias, acentua-se a partir de 1915, a efetiva ocupação dos terrenos planos de várzea, onde se situa a Vila Leopoldina, só ocorre após a década de 1930, prosseguindo de forma intensa até os anos 1950. Na Foto 100 verifica-se que, em 1954, a várzea ainda era um local com poucos terrenos ocupados, situação que se modifica na década de 1960, com a implantação do CEAGESP e de inúmeras indústrias.

Com a expansão de zonas residenciais vizinhas, a usina passou a representar um grande incômodo aos moradores em razão de odores emanados pela produção do composto orgânico. Após inúmeros protestos, o local foi desativado em agosto de 2004, com a reivindicação da população para a construção de um parque no local.



Foto 100 - Foto aérea da região onde foi implantada a usina de Vila Leopoldina em 1954

Base: PMSP – Portal GEOSP

A SABESP mantém uma extensa propriedade com grande cobertura vegetal ao lado da usina, onde funcionava uma estação de tratamento de esgotos.

Grande parcela do terreno encontra-se pavimentada, e a vegetação predominante é composta de espécies herbáceas e arbustivas, embora possam ser encontradas algumas árvores de grande porte. No período compreendido entre o final de 1999 e o início de 2000, foram plantados diversos exemplares de pau-brasil como parte de um projeto de revegetação para reduzir o impacto visual da usina. Enquanto não há uma nova destinação de uso para a área, as instalações e os equipamentos utilizados para a produção do composto permanecem no local.



Foto 101 - Entrada da usina

Fonte: Secretaria do Verde e do Meio Ambiente



Foto 102 - Vista externa da área de separação de resíduos

Fonte: Secretaria do Verde e do Meio Ambiente

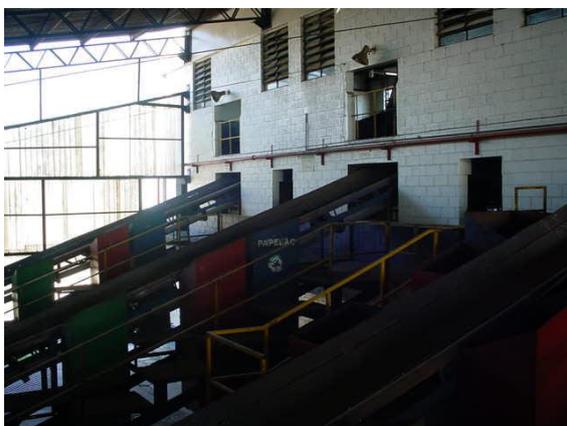


Foto 103 - Interior das instalações de separação de resíduos

Fonte: Secretaria do Verde e do Meio Ambiente



Foto 104 - Vista dos biodigestores

Fonte: Secretaria do Verde e do Meio Ambiente



Foto 105 - Galpão de armazenamento do composto orgânico

Fonte: Secretaria do Verde e do Meio Ambiente



Foto 106 - Pátio externo de cura do composto

Fonte: Secretaria do Verde e do Meio Ambiente



Foto 107 - Galpão de triagem de materiais recicláveis

Fonte: Secretaria do Verde e do Meio Ambiente



Foto 108 - Oficina de manutenção e lavagem de caminhões e maquinário

Fonte: Secretaria do Verde e do Meio Ambiente

A cidade de São Paulo nunca contou com um serviço efetivo de coleta seletiva de lixo e, dessa forma, os resíduos recebidos pela usina para processamento não eram compostos somente por matéria orgânica. Como conseqüência, é provável que os líquidos resultantes do processo de decomposição dos resíduos contivessem substâncias tóxicas, como metais pesados, que poderiam ter migrado para o solo e, eventualmente, para os aquíferos. A existência de um posto de abastecimento de combustível e a presença de maquinário que exigia permanente lubrificação representam outros possíveis pontos de contaminação.

Com a encampação da proposta de construção de um parque no local pela Prefeitura, numa área de aproximadamente 55.000 m<sup>2</sup>, o Departamento de

Limpeza Urbana – LIMPURB, com a colaboração da Secretaria do Verde e do Meio Ambiente, iniciaram um processo de investigação sobre a possível contaminação do solo e das águas subterrâneas, tendo em vista as atividades desenvolvidas na usina.

Resultados obtidos a partir da Investigação Confirmatória apresentada à Secretaria do Verde e do Meio Ambiente, em 2006, não apresentaram concentrações das substâncias analisadas no solo superiores aos valores orientadores para áreas residenciais da CETESB e Metas Preliminares de Remediação da EPA, definidos para a região 9. Entretanto, demonstraram contaminação das águas subterrâneas, com alterações mais significativas em amostras coletadas em poço instalado a montante das principais fontes potenciais de contaminação para os compostos 1,1 Dicloroetano, Cloreto de Vinila e Tetracloroetileno.

Tendo em vista os serviços desenvolvidos no período de funcionamento da usina, consideram-se como prováveis fontes primárias de contaminação as atividades relacionadas à manutenção dos biodigestores e ao processo de cura do composto orgânico, inicialmente executado diretamente sobre o solo, além da oficina de manutenção e lavagem de veículos. Contudo, investigações acompanhadas pela CETESB, em empresa vizinha situada a montante da usina de compostagem, indicam que a pluma dissolvida de contaminação por solventes halogenados gerada por aquela fonte já extrapolou os limites de sua área e provavelmente afetando parte da usina de compostagem.

De acordo com os procedimentos definidos pelo gerenciamento de áreas contaminadas, na próxima etapa de estudo deverá ser realizada a Investigação Detalhada com Análise de Risco, que inclui basicamente a quantificação e a caracterização mais aprofundada da contaminação, inclusive quanto à sua extensão e taxa de propagação, a avaliação dos riscos gerados aos bens a proteger e o estabelecimento dos níveis de remediação requeridos para a reutilização do local como parque.

O projeto de implantação do parque deverá necessariamente adequar-se às restrições estabelecidas após a conclusão dos estudos ambientais. Os maiores cuidados deverão ser direcionados ao tratamento da contaminação nas águas subterrâneas, mediante a utilização da técnica de remediação

considerada mais apropriada para o caso, além da instalação de sistemas de monitoramento.

Embora a Investigação Confirmatória não tenha verificado a presença de substâncias no solo com concentrações acima dos valores orientadores, novas amostras deverão ser coletadas no solo superficial em fontes potenciais ainda não investigadas. Na eventualidade da constatação de contaminação nesse meio, poderão ser avaliadas as alternativas de manutenção das superfícies impermeabilizadas com a instalação de canteiros elevados diretamente sobre o piso existente, aliado a um sistema de drenagem, de utilização de técnicas de remediação do solo, ou mesmo a sua remoção.

O único acesso existente atualmente para a usina encontra-se na Avenida Ernesto Igel, junto à Marginal do rio Tietê, o que dificulta o eventual ingresso por pedestres. A abertura de uma passagem no final da rua denominada Estrada do Jaragué, hoje fechada por um muro, poderia permitir o acesso da população moradora na região predominantemente residencial, localizada nos fundos da usina.

A localização de uma grande área pertencente à SABESP em terreno contíguo, na marginal do rio Tietê, induz à proposição de um único parque no local por meio da junção de ambas as áreas, sugestão incluída no projeto da Operação Urbana Vila Leopoldina. Entretanto, a criação de um parque que representaria um significativo espaço verde e de lazer para a região dependeria de entendimentos entre a Prefeitura e a SABESP.

Há também propostas para a instalação de um museu relacionado aos resíduos sólidos e integrado ao parque, em função do histórico de ocupação do terreno da usina de compostagem e as instalações ainda remanescentes no local.

## Conclusões

As atividades humanas têm criado ou agravado situações de risco à saúde humana e ao meio ambiente ao longo do tempo, principalmente após o advento da Revolução Industrial.

O desenvolvimento de processos produtivos e de todo o arcabouço necessário à sua viabilização, bem como atividades relacionadas à disposição de resíduos e obras de infra-estrutura urbana e de transporte, quando não executados ou operados de forma adequada, geram impactos ao meio ambiente como a liberação de substâncias contaminantes no solo. Os seus efeitos podem se propagar para outros meios, como as águas subterrâneas ou mesmo para o ar, muitas vezes criando situações inesperadas em função de sua pouca visibilidade e percepção.

Do ponto de vista técnico, a recuperação de áreas contaminadas, assim como outros problemas de caráter ambiental, é uma questão multidisciplinar que exige a concorrência de profissionais de diversos campos do conhecimento.

O rápido crescimento verificado na cidade de São Paulo a partir do final do século XIX, baseado inicialmente na expansão da cultura cafeeira e posteriormente no acelerado processo de industrialização, numa época em que as noções a respeito de meio ambiente ainda eram bastante precárias, certamente produziu as condições para o surgimento das primeiras áreas contaminadas em seu território.

No atual contexto de alteração do perfil econômico da cidade e da conseqüente mudança de uso do solo em diversas regiões, há uma tendência crescente de reaproveitamento de terrenos situados em antigas zonas industriais, ocasionando um aumento na identificação do número de áreas contaminadas, aos quais podem ser acrescidas as “áreas órfãs” com probabilidade de apresentar problemas de contaminação. A reutilização de tais áreas, sem as necessárias investigações e os devidos cuidados, gera riscos

tanto aos trabalhadores envolvidos na construção de empreendimentos, como aos seus futuros usuários.

As principais dificuldades para a recuperação de áreas contaminadas estão relacionadas a fatores econômicos, legais e técnicos. Em determinados casos, dependendo do tipo e da extensão da contaminação, a aplicação de técnicas de remediação pode envolver custos e prazos de execução elevados relativamente aos valores de investimento para a construção de empreendimentos. Sob o aspecto legal, predominam as preocupações quanto à responsabilização no caso da ocorrência de eventuais acidentes, mesmo após a implantação de medidas para recuperação da área, pois sempre existe a possibilidade da existência de focos localizados de contaminação não detectados durante a fase de investigação.

Mesmo num ambiente totalmente construído como o urbano, os processos naturais continuam atuando e sendo parte integrante dele. Em áreas contaminadas esse fato é fundamental para se compreender de que forma os poluentes interagem com os diferentes meios e como acabam afetando a saúde humana e impactando o ambiente. Este fato só reforça a convicção de que projetos arquitetônicos ou paisagísticos, em áreas contaminadas ou não, deveriam considerar os mecanismos naturais como fatores condicionantes para a sua formulação, integrando-os aos demais aspectos envolvidos no projeto, ao invés de utilizá-los como meros objetos de marketing.

O estudo das três áreas investigadas no presente trabalho procurou discutir as possibilidades de sua recuperação e reutilização em diferentes situações na cidade de São Paulo, para a implantação de projetos paisagísticos. Caracterizam-se como terrenos de grandes dimensões não utilizados, subutilizados ou abrigando atividades executadas de forma precária e inadequada, como no caso do Sumidouro, onde funcionam “cooperativas” de catadores de lixo em ambiente insalubre. Em comum apresentam o fato de serem áreas públicas municipais e terem tido as suas antigas atividades paralisadas em razão dos incômodos causados ao entorno, evidenciando uma dinâmica de ocupação do espaço urbano que se pauta pela especulação e falta de direcionamento.

Os níveis e as formas de contaminação já detectados preliminarmente por meio dos estudos executados no Sumidouro e na Vila Leopoldina indicam a viabilidade técnica para sua recuperação e reuso como parques. Quanto ao aterro Jacuí, independentemente dos resultados das investigações ambientais que serão executadas, é possível considerar a sua reutilização como área verde pública, com a adoção de medidas como a utilização de técnicas de contenção usualmente empregadas em aterros, a reconstituição da cobertura de impermeabilização e a implantação de sistemas de coleta e tratamento de gases, de tratamento de águas subterrâneas, na eventualidade de se constatar a sua contaminação, e de monitoramento. Evidentemente a viabilização dos projetos e da sua efetiva implantação dependerá de outros fatores, entre os quais a disponibilidade política e de recursos financeiros, além da participação dos diversos atores envolvidos no processo, especialmente da população interessada.

Deve-se ressaltar a importância do trabalho conjunto entre os órgãos ambientais estadual e municipal no gerenciamento de áreas contaminadas, sobretudo em relação à troca de dados e de experiências e da definição de atribuições, o que às vezes se torna uma tarefa árdua em razão de ingerências que extrapolam os aspectos técnicos da questão.

A existência de áreas contaminadas, que representam risco à saúde e ao meio ambiente, favorece a desvalorização imobiliária do próprio terreno e do entorno, a criação de “áreas órfãs” e abandonadas e a ocupação clandestina. Um grande equívoco que freqüentemente se comete na tentativa de reabilitá-las é encarando-as somente do ponto de vista do controle de fontes de poluição, ao invés de considerá-las como um problema inserido num contexto urbano, no qual diversas outras questões estão envolvidas.

A grande contribuição da recuperação dessas áreas para a cidade de São Paulo reside, sem dúvida, na possibilidade de sua reutilização, de forma segura, o que pode facilitar a promoção da requalificação urbanística, ambiental e paisagística. No que se refere aos três estudos de caso apresentados, ainda haveria o incremento do índice de áreas verdes na cidade, com relevância para o aterro Jacuí, localizado em região extremamente carente nesse aspecto.

Ultrapassadas as etapas de investigação e de análise de risco para as três áreas, a elaboração dos projetos paisagísticos deverá considerar as restrições específicas determinadas pelos estudos para cada área.

Mesmo após a implantação dos projetos, seria aconselhável a elaboração de um “manual” com orientações sobre o manejo adequado desses espaços, com o intuito de preservar as condições das obras e a contenção de contaminantes remanescentes no solo e na água subterrânea, mantendo uma situação de uso seguro.

A revitalização de regiões degradadas da cidade por meio de planos urbanos, sobretudo em antigas zonas industriais que concentram diversos estabelecimentos que abrigam ou abrigaram atividades com potencial de contaminação, representa uma oportunidade para a promoção de transformações na paisagem. Isso só evidencia a necessidade de que tais planos incorporem em seu escopo a questão da investigação e da recuperação das áreas contaminadas.

Considerando que as etapas relativas ao gerenciamento de áreas contaminadas, seja no âmbito de planos urbanos ou de empreendimentos públicos e privados, devem ser cumpridas de fato, conforme determinação da legislação em vigor no Município, torna-se importante a definição de mecanismos de incentivo a investidores privados com a finalidade de viabilizar a recuperação de tais propriedades. As experiências internacionais nesse tema apontam as dificuldades e os caminhos para lidar com o problema, servindo como base para a definição de procedimentos e dispositivos mais adequados à realidade local.

Apesar das condições adversas, a concepção de projetos paisagísticos em áreas contaminadas deveria tirar o máximo proveito do que, a princípio, pode ser visto como negativo, o que se constata nos exemplos apresentados neste trabalho, de forma mais evidente no caso alemão do IBA – Emscher Park, que procura conservar antigas instalações industriais historicamente representativas de uma era, reinserindo-os numa paisagem revitalizada. Sem dúvida, esta é uma lição a ser assimilada pela cidade de São Paulo, que vem se autodestruindo e se reconstruindo indiscriminadamente ao longo de sua história, sem preservar a memória de seu passado. É também uma

oportunidade para se compreender que a dimensão ambiental não pode estar dissociada de projetos urbanísticos e paisagísticos, sob o risco de se caminhar para uma sociedade cada vez menos sustentável.

É possível, finalmente, afirmar que a promoção da recuperação e da ocupação segura de áreas contaminadas é perfeitamente factível, o que certamente contribui para a requalificação de espaços urbanos degradados, desde que elas recebam o tratamento adequado e que mecanismos econômicos, legais e institucionais estejam disponíveis para a sua viabilização.

## Bibliografia

- ALVES, M. P. *A recuperação de rios degradados e sua reinserção na paisagem urbana: a experiência do rio Emscher na Alemanha*. São Paulo, 2003. [Dissertação de Mestrado – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da USP].
- AMBITERRA – TECNOLOGIA DE MEIO AMBIENTE. Avaliação de contaminação do solo e da água subterrânea na área do antigo incinerador da rua Sumidouro. São Paulo, 2002.
- ANDRADE, A.C. *Sistemas de avaliação de prioridades para recuperação de áreas contaminadas por resíduos perigosos*. São Paulo, 1996. [Dissertação de Mestrado – Faculdade de Saúde Pública da USP].
- ANDRADE, J.C. da M. e. *Vegetação em aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos: estudo do caso do aterro de Santo Amaro*, São Paulo. Rio de Janeiro, 2000. [Dissertação de Mestrado – COPPE/URFJ].
- ASHTON, T.S. *A revolução industrial*. 2ª ed. Lisboa, Publicações Europa-América, 1971.
- BARRETO, J. Pronta para a largada, 16 – 24. *Urbs*, 23, 2001.
- BLAY, E.A. *Eu não tenho onde morar: vilas operárias na cidade de São Paulo*. São Paulo, Nobel, 1985.
- CAMPBELL, S.G. & OGDEN, M.H. *Constructed wetlands in the sustainable landscape*. New York, John Wiley & Sons, 1999.
- CANO, W. *Raízes da concentração industrial em São Paulo*. Rio de Janeiro - São Paulo, Difel, 1977.
- CETESB, GTZ. *Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas*. São Paulo, 2001.
- CETESB. *Guia para avaliação do potencial de contaminação em imóveis*. São Paulo, CETESB: GTZ, 2003.
- CICCACIO, A.M. & BARRETO, J. O Centro além dos trilhos, 8 – 16. *Urbs*, 20, 2001.

- CORBIN, A. *Saberes e odores: o olfato e o imaginário social nos séculos XVIII e XIX*; trad. Lígia Watanabe. São Paulo, Companhia das Letras, 1987.
- CUNHA, R.C.A. *Avaliação de risco em áreas contaminadas por fontes industriais desativadas – estudo de caso*. São Paulo. 1997. [Tese de Doutorado – Instituto de Geociências da USP].
- D'ALMEIDA, M.L.O. & VILHENA, A., coord. *Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado – 2ª ed.* São Paulo, IPT/CEMPRE, 2000.
- DAVIS, L. *A handbook of constructed wetlands: a guide to creating wetlands for: agricultural wastewater, domestic wastewater, coal mine drainage stormwater in the Mid-Atlantic region: volume 1: general considerations*, 1998. (Trabalho preparado para o USDA – Natural Resources Conservation Service e a EPA - Environmental Protection Agency – Region III).
- DEAN, W. *A industrialização de São Paulo (1880-1945)*; trad. Octavio Mendes Cajado. São Paulo, Difel/Difusão Editorial S.A., s/d.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Solos – CNPS. *Avaliação preliminar de solo e plantas em parte da área do aterro do antigo incinerador no bairro de Pinheiros, São Paulo – SP*. Rio de Janeiro, 2003.
- ENGELS, F. *A situação da classe operária na Inglaterra*; trad. Rosa Camargo Artigas, Reginaldo Forti. São Paulo, Global, 1985.
- EPA (Environmental Protection Agency). *Presumptive remedy for CERCLA municipal landfill sites*, EPA, 1993.
- EPA (Environmental Protection Agency). *Considering wetlands at CERCLA sites*. Washington, EPA, 1994.
- EPA (Environmental Protection Agency). *Reuse of CERCLA landfill and containment sites*, EPA, 1999.
- EPA (Environmental Protection Agency). *Brownfields technology primer: selecting and using phytoremediation for site cleanup*. Washington, EPA, 2001.

- EPA (Environmental Protection Agency). *Reusing Superfund sites: recreational use of land above hazardous waste containment areas*. Washington, EPA, 2001.
- EPA (Environmental Protection Agency). *Powering microturbines with landfill gas*. Washington, EPA, 2002.
- EPA (Environmental Protection Agency). *Brownfield clean up and redevelopment*. Washington, EPA, 2003.
- FUKUSHIMA, Y.K. et al. *Recomposição da vegetação em área degradada*. In: Congresso Nacional sobre Essências Nativas, 2º, Curitiba, 1992. *Anais*. Curitiba, 1992.
- GREENSTEIN, R. & SUNGU-ERYILMAZ, Y., ed. *Recycling the city: the use and reuse of urban land*. Cambridge, Lincoln Institute of Land Policy, 2004.
- HARGREAVES ASSOCIATES. [publicação *on line*]. Disponível em <URL: <http://www.hargreaves.com>> [2006]
- HOBBSAWN, E. J. *A era das revoluções: Europa 1789-1848*; trad. Maria Tereza Lopes Teixeira e Marcos Penchel. Rio de Janeiro, Editora Paz e Terra, 1979.
- INTERSTATE TECHNOLOGY & REGULATORY COUNCIL (ITRC). *Technical and regulatory guidance document for constructed treatment wetlands*. 2003.
- KUNZMANN, K.R. *Creative brownfield redevelopment: the experience of the IBA Emscher Park Initiative in the Ruhr in Germany*. In Greenstein, R. & Sungu-Eryilmaz, Y., ed. *Recycling the city: the use and reuse of urban land*. Cambridge, Lincoln Institute of Land Policy, 2004. p.201-217.
- L A FALCÃO BAUER. *Relatório Ambiental nº RA/0003/2006. Relatório de Investigação Ambiental Confirmatória*. Prefeitura do Município de São Paulo / LIMPURB, 2006.
- LANDSCHAFTSPARK DUISBURG-NORD GmbH. [publicação *on line*]. Disponível em <URL: <http://www.landschaftspark.de>> [2006].

- LANGENBUCH, J.R. *A Estruturação da Grande São Paulo*. Rio de Janeiro, Fundação IBGE, 1971.
- LATZ + PARTNER LANDSCAPE ARCHITECTS. [publicação *on line*]. Disponível em <URL: <http://www.latzundpartner.de>> [2006]
- LEITE, C. *Articular o território metropolitano a partir de sua fragmentação: a orla ferroviária*, 38 – 41. *Urbs*, 28, 2002.
- MAGALHÃES, J.S.B. *Avaliação da gestão de sítios contaminados por resíduos perigosos nos EUA, Canadá, países europeus e Brasil, e exemplo de um manual simplificado de avaliação de saúde ambiental destes sítios para o Brasil*. Rio de Janeiro. 2000. [Dissertação de Mestrado – Fundação Oswaldo Cruz, Escola Nacional de Saúde Pública].
- MARKER A. *A revitalização de áreas urbanas degradadas. Políticas, instrumentos e incentivos no cenário internacional*. Projeto Gestão Ambiental Urbana – PROGAU. Relatório de consultoria 01/01, 2003.
- MOERI, E., COELHO, R. & MARKER, A., ed. *Remediação e revitalização de áreas contaminadas*. São Paulo, Signus Editora, 2004.
- MOERI, E. & RODRIGUES, D., ed. *Áreas contaminadas: remediação e redesenvolvimento*. São Paulo, Signus Editora, 2005.
- MOURA, E. *Lisboa, cidade em obras, inventa o futuro e mostra as potencialidades da arquitetura no fim do século*, 46 – 65. *Projeto*, 223, 1998.
- NEGRI, B. *Concentração e desconcentração industrial em São Paulo*. Campinas, Editora da Unicamp, 1996.
- NICKOL DO BRASIL. *Avaliação de amostragem de solo e material de construção nas instalações do antigo incinerador Sumidouro, rua Sumidouro, 580, Pinheiros, São Paulo – SP*. São Paulo, 2004.
- NÓBREGA Jr., J. *Análise do processo de desativação do lixão do Sambaiatuba no município de São Vicente / SP*. Monografia de Especialização em Tecnologias Ambientais. UNESP, 2003.

- PARQUE EXPO 98, S.A. [publicação *on line*]. Disponível em <URL: <http://www.parquedasnacoes.pt>> [2006].
- PELLEGRINO, P.R.M. Pode-se planejar a paisagem? *Paisagem e Ambiente*, 13, São Paulo, 2000.
- ROLNIK, R. *A cidade e a lei: legislação, política urbana e territórios na cidade de São Paulo*. São Paulo, Studio Nobel: Fapesp, 1997.
- SÁNCHEZ, L.E. *O passivo ambiental na desativação de empreendimentos industriais*. São Paulo, Editora da Universidade de São Paulo, 2001.
- SANTOS, M. & SILVEIRA, M.L. *O Brasil: território e sociedade no início do século XXI*. 5ª ed. Rio de Janeiro, Record, 2003.
- SÃO PAULO (Cidade). [publicação *on line*]. Disponível em <URL: <http://www.prefeitura.sp.gov.br>> [2006].
- SÃO PAULO (Cidade), Prefeitura do Município de São Paulo, Secretaria Municipal do Meio Ambiente. *Avaliação preliminar da viabilidade ambiental da implantação de parques municipais em aterros sanitários desativados*. São Paulo, 2001.
- SCHERER, F.V. Aspectos urbanísticos da Exposição Internacional de Lisboa 1998. 2003. Disponível em <URL: <http://www.vitruvius.com.br>> [2003]
- SILVA, A.C.M.A. *A importância dos fatores ambientais na reutilização de imóveis industriais em São Paulo*. São Paulo, 2002. [Dissertação de Mestrado - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo].
- SILVA, F.A.N. *Avaliação Ambiental Preliminar de Antigas Áreas de Disposição de Resíduos Sólidos Urbanos do Município de São Paulo*. São Paulo, 2001. [Dissertação de Mestrado - Instituto de Geociências da USP].
- SYDNEY OLYMPIC PARK AUTHORITY. [publicação *on line*]. Disponível em <URL: <http://www.sydneyolympicpark.com.au>> [2006].
- TOLEDO, B.L. *São Paulo: três cidades em um século*. 2ª ed. São Paulo, Duas Cidades, 1983.
- VALENTIM, L.S.O. *Requalificação urbana em áreas de risco à saúde devido à contaminação do solo por substâncias perigosas: um estudo de caso na*

*cidade de São Paulo*. São Paulo, 2005. [Dissertação de Mestrado – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da USP].

VESPOLI, T.C. *Vila Guilherme e Vila Leopoldina - um estudo sobre duas regiões da cidade de São Paulo*. São Paulo, 2005. [Dissertação de Mestrado – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da USP].