LUÍS FERNANDO ARMIDORO RAFAEL

Resíduos Sólidos e Evolução Urbana em Santo André – SP

Tese apresentada à Escola Politécnica da
Universidade de São Paulo para obtenção do
título de Mestre em Engenharia

Área de concentração: Engenharia Urbana
Orientador: Profº Dr. Witold Zmitrowicz

São Paulo
2006

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL E PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

FICHA CATALOGRÁFICA

Rafael, Luís Fernando Armidoro
Resíduos sólidos e evolução urbana em Santo André – SP /
L.F.A. Rafael. -- São Paulo, 2006.
216 p.

Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade
de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil.

1.Resíduos sólidos – Santo André(SP) 2.Resíduos urbanos -
Santo André(SP) 3.Evolução urbana – Santo André(SP)
I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento
de Engenharia de Construção Civil II.t.

Luis Fernando Armidoro Rafael
Resíduos Sólidos e Evolução Urbana em Santo André – SP

Tese apresentada à Escola Politécnica da
Universidade de São Paulo para obtenção do
título de Mestre.

Área de Concentração: Engenharia Urbana.

Aprovado em:

Banca Examinadora

Profº Drº _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Profº Drº _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Profº Drº _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

A Maria José, minha esposa, com admiração e gratidão, por sua compreensão ao longo da elaboração deste trabalho; e a meu filho Brenno, que nasceu neste período, por proporcionar tanta alegria e orgulho a mim.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Witold Zmitrowicz, que além de orientar e educar, revelou-se amigo e companheiro no percurso desta jornada.

Ao Prof. Dr. Mario Thadeu de Barros, que apresentou comentários importantes que muito ajudaram na conclusão deste trabalho.

À Prof^a Dr^a Mônica Porto, cujas observações somaram pontos relevantes e definiram conceitos cruciais para este estudo.

À minha mãe, Eva Armidoro Rafael, pela palavra de conforto e motivação em momentos críticos.

A meu irmão, José Eduardo, pelo pronto auxílio e apoio sempre que houve a necessidade.

A Wilson Tadashi Sakaragui, amigo de tantos anos e que me acompanhou em mais esta caminhada.

À Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, pela oportunidade de realizar o curso de mestrado.

“O lixo é um problema sem solução. E quando algo não tem solução, torna-se um processo. E processos podem ser gerenciados e administrados”.

Sabetai Calderoni

RESUMO

RAFAEL, L.F.A **Resíduos sólidos e evolução urbana em Santo André – SP.** 2006. 216 f. Dissertação de Mestrado Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

Locais para a disposição de resíduos sólidos (sejam estes locais aterros controlados, aterros sanitários ou simplesmente lixões) são equipamentos urbanos que influenciam o seu entorno de modo intenso. Esta influência é percebida pela alteração do meio em que se encontra o aterro, gerando desequilíbrios temporários ou permanentes. Esta alteração é chamada de impacto ambiental, que se manifesta ao longo do ciclo de vida do aterro. A expansão das áreas urbanas acaba por envolver os locais em que se situam os aterros que geralmente encontram-se próximos do final do seu ciclo de vida. Neste momento, há o início do processo de incorporação, quando aterros são transformados em áreas com novas funções urbanas, preferencialmente aquelas ligadas à atividade lazer (praças, parques, áreas esportivas). Esta incorporação requer métodos e procedimentos para se realizar adequadamente, uma vez que, os impactos ambientais continuarão a se manifestar na área mesmo após o encerramento das atividades do aterro. Estes métodos são empregados durante a vida útil do aterro, quando são conhecidos como medidas de controle e monitoramento; ou após o final de suas atividades, quando são chamadas de medidas de descontaminação. A incorporação de

aterros sem que estes métodos sejam empregados transforma os locais em áreas de risco urbano, onde a ocupação e utilização podem representar dano ao patrimônio e saúde pública, já que, a cada tipo de resíduo depositado pode-se relacionar um impacto ambiental correspondente. Este trabalho analisa o processo de incorporação de aterros ocorrido em Santo André – SP, identificando fatores que interferiram no processo e quais as razões que definiram as soluções adotadas.

Palavras chave: resíduos sólidos, resíduos urbanos, evolução urbana, aterros.

ABSTRACT

RAFAEL, L.F.A **Solid Wastes and Urban Growth in Santo Andre – SP.** 2006, 216 p. Thesis (mastership) Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

Areas for solid wastes disposal (may these areas sanitary landfills or just places to put garbage) are urban outfits who impress their outline in a very intensive way. This influence is noted by the change of equilibrium conditions of the local in where the sanitary landfill is established, that developing persistent or temporary derangements. The change of equilibrium conditions is know how environmental impact that manifests itself along the sanitary landfill's life. The urban area's growth the places where the sanitary landfills are established, who are near of their end. At this moment, there is the start of the incorporation process, when that sanitary landfills are converted in places with new urban functions, in a preference way those connected to recreation activity (squares, parks, sportive places). The incorporation needs methods and proceedings to have success because the environmental impacts will keep to manifest their selves even after the sanitary landfill's end. These methods are utilized along the sanitary landfill's operation (during its utilization), when are know how control and monitoring measures; or they are utilized after the end of the sanitary landfill, when are know how decontamination measures. Sanitary landfills who have been incorporated without the utilization of these methods transform the places in urban risk areas, where the utilization and occupation could provoke damages to the patrimony and public health, because to

each waste deposited there is as environmental impact connected. This paper studies the sanitary landfill incorporation process had happened in Santo Andre City, Brazil, identifying factors that made influence in the process, and the reasons that determined the adopted solutions.

Key words: solid wastes, municipal wastes, urban growth, and sanitary landfills

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	14
1.1 Objetivos gerais.....	15
1.2 Objetivos específicos.....	16
1.3 Justificativa	16
1.4 Características da produção acadêmica.....	17
1.5 Metodologia.....	18
1.6 Resumo da Metodologia	23
2 BREVE HISTÓRICO DO MUNICÍPIO DE SANTO ANDRÉ	26
3 EVOLUÇÃO URBANA	32
3.1 Conceituação	32
3.2 Evolução urbana de Santo André	35
3.2.1. Fases da evolução urbana de Santo André.....	36
3.2.2 A quarta fase da evolução urbana de Santo André	44
3.2.2.1 Introdução	44
3.2.2.2 Desindustrialização	45
3.2.2.3 Intervenções Locais	48
3.2.2.4 Características principais da fase.....	49
4 A COLETA DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM SANTO ANDRÉ	55
4.1 Definição de resíduos sólidos	55
4.2 Caracterização de resíduo sólido	59
4.3 A coleta em Santo André.....	60
4.4 A Primeira fase de coleta	62
4.5 A Segunda fase de coleta	68
4.6 A Terceira fase de coleta	75
4.7 A Quarta fase de coleta	81

5 TIPOS DE DISPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS E SEUS NO MEIO AMBIENTE	87
5.1 Lixões	92
5.2 Aterros sanitários	95
5.3 Resíduos depositados e impactos ambientais correspondentes	99
5.3.1 Produção de gases	100
5.3.2 Produção de líquido percolado	102
5.3.3 Problemas de Geotecnia	103
5.3.4 Resíduos Hospitalares e Resíduos Tóxicos.....	105
5.4 Espacialização dos Efeitos.....	108
5.5 Medidas de Monitoramento e Controle	111
6 EVOLUÇÃO URBANA DE SANTO ANDRÉ SOB A AÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS.....	114
6.1 Introdução	114
6.2 Os Primeiros Locais	115
6.3 A Difusão: Período de Transição.....	125
6.3.1 A Evolução Urbana desses Locais	126
6.3.2 Características da Fase.....	130
6.4 A Última Fase: Concentração.....	132
6.4.1 Características da Fase.....	134
6.5 Comparação entre Fases.....	135
7 CONCLUSÕES.....	146
7.1 O Processo de Incorporação.....	147
7.2 Impactos Ambientais no Uso de Solo Urbano.....	151
7.3 Incorporação de Aterros: Soluções Recomendadas.....	158
7.4 O Processo de Incorporação em Santo André.....	175
7.5 Propostas.....	187

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	191
ANEXO: NOTAS DE RODAPÉ.....	204
ANEXO: TABELAS DE PRODUÇÃO DE RESÍDUOS.....	212
ANEXO: PERÍODO ATIVO DOS ATERROS EM SANTO ANDRÉ.....	213
ANEXO: FOTOS.....	214

1 INTRODUÇÃO

Os aterros sanitários são equipamentos que, apesar de desempenharem funções urbanas, geralmente localizavam fora delas. A localização dos aterros é exterior às manchas urbanas porque os resíduos depositados provocam alterações no meio ambiente local, gerando desequilíbrios conhecidos por impactos ambientais. Estes impactos ambientais também produzem reflexos no uso e utilização do solo, que serão percebidos de modo mais intenso quando a expansão das áreas urbanas acaba por envolver os aterros, a ela integrando-os.

Estes reflexos ficaram demonstrados ao verificar o que ocorreu em Santo André: foram levantadas catorze áreas que receberam a carga de resíduos produzidos no município. Não funcionaram simultaneamente, mas as suas vidas úteis (período no qual funcionaram como depósito para a descarga da produção) se distribuem por um período de aproximadamente 40 anos. Após o encerramento de suas vidas úteis, as áreas tiveram usos distintos: algumas áreas foram transformadas em praças, algumas áreas foram cedidas a clubes (que as transformaram em áreas de lazer, como campos de futebol ou centros poli-esportivos) e algumas destas áreas pertencem a particulares (que não fizeram nenhum benefício no local). Estas foram as soluções adotadas em Santo André

Os locais de disposição final de resíduos, apesar de submetidos ao mesmo tipo de ação (receber a carga de resíduos sólidos produzidos no município), e em que foram empregadas a mesma solução (praças e parques) apresentaram evoluções urbanas

distintas: alguns destes locais integraram-se ao tecido urbano (é difícil identificar estes locais como receptores de resíduos). Alguns dos locais, entretanto, apresentaram uma evolução truncada, visto que o equipamento urbano ali instalado no local do aterro é pouco utilizado.

Verificar como ocorreu o processo de evolução urbana nestas áreas e quais agentes ou fatores que nele influíram, estudar a viabilidade das soluções propostas para a incorporação de aterros a áreas urbanas e identificar critérios para a seleção de soluções para a incorporação é o objetivo deste trabalho.

1.1 Objetivos gerais

Estudar como o processo de evolução urbana ocorreu em 14 locais de Santo André que receberam a produção de resíduos sólidos, analisando impactos ambientais que este tipo de equipamento urbano (aterros) produziu na região que os acolheu e identificando os reflexos no uso e ocupação de solo que determinado tipo de resíduo provocou.

Estudar a ocorrência dos impactos produzidos pela disposição de resíduos sólidos em terrenos que são incorporados ao tecido urbano, verificando se estes impactos são perenes (sua ação continua mesmo após o encerramento das atividades de operação do

aterro) e de que modo interferem no processo de incorporação de aterros pela expansão das áreas urbanas.

Estudar as soluções propostas para a incorporação de aterros às áreas urbanas, verificando quais foram eficazes e, naquelas que não foram bem sucedidas, identificando as causas que impediram ao sucesso.

1.2 Objetivos específicos

Estudar a dinâmica do processo de incorporação de aterros às áreas urbanas, identificando fases, agentes e fatores que atuam neste processo.

1.3 Justificativa

Os resíduos sólidos em Santo André - SP foram depositados em terrenos próximos a áreas urbanas, e estes terrenos são conhecidos por **lixões** (quando a disposição é feita sem o emprego de técnicas adequadas de manejo e sem preocupações com os impactos ambientais produzidos por estes resíduos no meio), **aterros controlados** (quando há o emprego de práticas mínimas de saneamento) ou **aterros sanitários** (quando há o emprego de técnicas de manejo adequadas e a utilização de práticas de engenharia para a eliminação dos impactos produzidos ou sua minimização). Há 14 locais que receberam os resíduos sólidos produzidos em Santo André ao longo dos

últimos 45 anos, e com a evolução urbana da cidade, estes locais foram incorporados ao tecido urbano da cidade sem que procedimentos necessários de medição e monitoramento destes impactos ambientais fossem utilizados, em alguns casos expondo a riscos os freqüentadores dos equipamentos urbanos ali instalados. Este processo de incorporação empregou as soluções recomendadas para aterros, mesmo sem o emprego das práticas necessárias acima descritas.

1.4 Características da produção acadêmica analisada

Após a leitura dos principais trabalhos existentes, podemos observar que o **estado da arte** a respeito dos aterros sanitários e sua influência (impactos) em áreas urbanas é caracterizado por:

- Os estudos tratam da proliferação de moléstias na população diretamente afetada, estabelecendo raios de influência para a ação dos impactos sobre a população, mapeando as principais patologias relacionadas à existência de aterros sanitários em áreas urbanas.
- Os aterros sanitários estudados, durante a sua vida útil, situavam-se em áreas periféricas ou afastadas do tecido urbano, após o encerramento de suas vidas úteis, estes locais foram incorporados ao tecido urbano. E esta incorporação foi realizada através de 02 rotinas básicas: áreas que foram cercadas e cujo acesso

ou utilização é impedido (e não há solução à vista para a utilização destes espaços); e áreas que foram invadidas e ocupadas por população de baixa renda.

- A estimativa de duração da ação dos impactos produzidos por aterros sanitários (a sua perenidade) foi realizada em aterros encerrados entre 05 – 10 anos.

Estas pesquisas e os estudos teóricos realizados nesta dissertação permitirão concluir que a evolução urbana destes 14 locais foi afetada por ações adotadas pelo poder público municipal, que alteraram o processo de evolução em alguns locais, deixando outros locais seguirem o processo “natural” de evolução.

1.5 Metodologia

A metodologia do plano de pesquisa é apresentada em anexo, e é destacado que é estruturada em 02 grandes colunas:

A) Caracterização e definição de Evolução Urbana

Foi realizada pesquisa e revisão bibliográfica para definir o conceito de evolução urbana: identificar como uma área urbana evolui e se consolida, e o que age e interfere neste processo de evolução. A revisão bibliográfica consultou estudos e definições de

pesquisadores brasileiros e estrangeiros (ver em anexo bibliografia consultada) para estabelecer o conceito de evolução urbana utilizado neste estudo.

O conceito utilizado (e mais difundido entre os pesquisadores) associa evolução a crescimento: uma área urbana evolui à medida que cresce em um determinado período de tempo. O crescimento é **populacional** (há aumento de população) e há **diversificação de atividades e mudanças do uso de solo** (revelando dinamismo econômico do local). Esta mesma revisão bibliográfica forneceu as ferramentas utilizadas para medir o processo de evolução urbana:

- Variação da população do local
- Densidade habitacional do local
- Segmentação do solo urbano (parcelamentos, desdobros e loteamentos).

Além destas ferramentas, após análise das informações dos pesquisadores, podemos adotar ainda as seguintes ferramentas:

- Variação dos índices fiscais das propriedades do local
- Utilização do solo local

Estas 02 últimas ferramentas permitem avaliar também o desempenho econômico destes locais, e não apenas o crescimento demográfico.

As principais fontes utilizadas para a coleta destes dados foram as seguintes:

- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) – Censos Demográficos
- Prefeitura Municipal de Santo André (PMSA) – Planta Genérica de Valores e dados de população, comércio, serviços, indústria e emprego.

B) Caracterização de Resíduos Sólidos

A produção de resíduos sólidos não é constante, e varia de local para local: os resíduos sólidos produzidos em uma cidade desenvolvida são muito diferentes dos resíduos sólidos produzidos por uma cidade do terceiro mundo (há variação de composição, índices físicos, índices químicos e volumes produzidos). E estes resíduos também variam ao longo do tempo: há redução significativa da fração úmida (orgânica) ao longo do tempo em São Paulo (Secretaria Estadual de Meio Ambiente (Sema)).

Para caracterizar os resíduos sólidos (sua composição, volumes, formas de disposição final, impactos produzidos), uma revisão bibliográfica forneceu os parâmetros e definições necessárias para este fim; e uma investigação histórica (pesquisa de locais de disposição final encerrados, visita a estes locais e coleta de algumas amostras de solo para medir o que era produzido) forneceu os resultados de campo. A caracterização do lixo abrangeu:

- Classificação de Resíduos Sólidos. Pesquisa bibliográfica e legal definiu tipos de resíduos, classificados de acordo com sua “capacidade de agressão ao meio”. Foi consultada legislação federal (Resolução Conselho Nacional de Saúde (CONAMA) n.º 05 e Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) RDC n.º 33), estaduais (Resolução Secretaria de Saúde do Estado de São Paulo SS 283) e municipais (posturas do Serviço Municipal de Águas e Saneamento Ambiental (SEMASA)).
- Produção de resíduos sólidos em Santo André: principais geradores, composição e quantidade dos resíduos sólidos em Santo André hoje e no passado. A produção atual foi obtida com dados do SEMASA; as informações a respeito da produção do passado são escassas e incompletas: em alguns dos locais pesquisados há apenas a informação da quantidade de resíduos sólidos dispostos (em volume). Para estimar as quantidades e composição dos resíduos dispostos foi utilizado o seguinte método: *a) para estimar a quantidade* foi cubizada a área (medidas feitas in situ) e consultadas antigas plantas altimétricas de cidade (com as dimensões dos vales que existiam nos locais antes de seu preenchimento com resíduos sólidos); *b) para estimar a composição* foi utilizado levantamento existente na Prefeitura Municipal de São Paulo (PMSP) que fornece a composição do lixo municipal (em frações volumétricas) ao longo de 70 anos – as mesmas composições foram adotadas para Santo André nos períodos de estudo por se tratarem de cidades de mesmo perfil (centros industriais). O

levantamento da PMSP encontra-se em “ *A cidade e o lixo – publicação da Secretaria Estadual do Meio Ambiente, abril de 1998*”.

- Locais de disposição final de resíduos sólidos em Santo André: identificação dos locais que receberam resíduos sólidos ao longo dos últimos 45 anos na cidade. A coleta e destinação final passaram por 04 fases na cidade – cada fase com características distintas, a análise do processo em cada fase (coleta, destinação final, encerramento do aterro e ocupação urbana do local) fornece informações de perenidade de impactos que serão cruzadas com informações da evolução urbana.
- Impactos Produzidos pelos resíduos sólidos: identificação dos resíduos depositados e os impactos correspondentes, correlacionando o tipo de impacto ao resíduo depositado no local e sua perenidade (tempo de duração de seus efeitos). Para tanto, após identificar os resíduos depositados (em informações fornecidas pela PMSA e SEMASA, ou por dedução – feita por comparação com dados da PMSP sobre composição do lixo em SP), relacionar cada um com seu impacto característico (Ex.: lixo orgânico x gás metano). Consulta a trabalhos publicados (SCIRUS e SCIENCE DIRECT) e análises de agências ambientais (Companhia Estadual de Tecnologia e Saneamento Ambiental (CETESB), Environmental Protection Agency (EPA) e Deutsch Gesellschaft fur Technische Zusammenarbeit (AHU-GTZ)).

As informações obtidas em cada grande vertente são cruzadas para a análise dos fatores que influenciaram a evolução urbana destes locais, observando se os resíduos sólidos (através da ação dos impactos produzidos pela disposição final) agiram na conformação dos espaços vizinhos aos aterros.

1.6 –Resumo da metodologia

Pelo exposto, a metodologia empregada é um estudo observacional, de aferição não imediata e controlada, cujo fator de estudo consiste na identificação dos locais de disposição de resíduos sólidos existentes na cidade de Santo André ao longo de quase 50 anos (observando o processo de evolução urbana destas áreas no período); e cujos possíveis efeitos considerados da exposição do tecido urbano aos aterros sanitários são influências no uso de solo urbano e alterações no processo de evolução urbana. A metodologia, resumida, é a seguinte (ver fig.01 –*Diagrama da Metodologia*).

- Revisão bibliográfica, para estabelecer os parâmetros de análise
- Coleta de dados em órgãos públicos (montagem do quadro da situação atual e situação passada).
- Pesquisa de campo, incluindo entrevistas com moradores dos locais, entrevistas com funcionários antigos que operavam o sistema, cubicagem dos locais e coleta

de amostras para análise de solo e identificação de possíveis impactos residuais nos locais.

- Cruzamento dos dados
- Conclusão, observando dois cenários principais: *A)* a solução adotada para a incorporação do aterro é adequada, e a área é utilizada sem restrições; *B)* a solução adotada é inadequada, uma vez que há restrições à sua. utilização e ocupação

FIG. 01 – ESQUEMA GERAL DA METODOLOGIA

2 BREVE HISTÓRICO DO MUNICÍPIO DE SANTO ANDRÉ

A história da cidade de Santo André pode ser dividida em duas fases, e a segunda fase é o período que interessa a este trabalho por consolidar os eixos de expansão e crescimento que estruturaram a evolução urbana local.

A *primeira fase* compreende o breve período quinhentista (1553 – 1560), quando um povoado estabelecido por *João Ramalho* no planalto paulista foi oficialmente fundado em 1553. A cidade de Santo André, neste período, está incluída no “processo de colonização tendo como ponto de apoio à organização municipal, cuja independência dos Conselhos refletia a autonomia dos colonos” (REIS, N.G.; 2000, p. 85).

A oficialização do povoado é consumada conforme as “Ordenações”, que transferiram para a colônia a organização municipal portuguesa (de inspiração romana) e suas funções político-administrativas e judiciárias (REIS, N.G.; 2000).

FIG.02 – RUÍNAS DE SANTO ANDRÉ. AUTOR: MIGUEL DUTRA

Em 1560, após um ataque de indígenas, o município foi desativado, e sua população e câmara municipal foram transferidos para o município vizinho de São Paulo. A região foi ocupada por monges beneditinos que se estabeleceram em dois locais próximos ao antigo núcleo urbano, fundando duas grandes fazendas: a *Fazenda São Bernardo* (atual município de São Bernardo do Campo) em 1631; e a *Fazenda Tijucussu* (atual São Caetano do Sul) por volta deste período. As atividades econômicas das fazendas limitavam-se à produção de artefatos cerâmicos (potes, pratos e vasos) e oferta de produtos para tropeiros (estalagens).

A *segunda fase* da história do município está ligada à construção da Estrada de Ferro Santos a Jundiaí, em 1867, que *refundou* a cidade de Santo André, constituindo o primeiro eixo de expansão urbana do local (fig. 03).

A ferrovia e a expansão cafeeira alteraram a dinâmica urbana do local, dando impulso à ocupação do sítio, com loteamentos se estabelecendo ao redor das estações ferroviárias.

Houve intensa produção de capitais – “a rápida ampliação da produção provoca escassez de mão de obra, e acelera o fim da escravidão no país. O crescimento contínuo da produção e uma política governamental de oferta de crédito e intervenções cambiais garantem segurança ao negócio, e os capitais excedentes são aplicados na

diversificação das atividades econômicas – atividades comerciais e industriais – que fornecem novo dinamismo à economia urbana” (SILVA, S.S; 1976, p. 76).

A ferrovia foi o primeiro *eixo de expansão urbana* local, porque os núcleos urbanos se fixaram ao redor de suas estações, e expandiram-se depois ao longo da ferrovia, ocupando as suas margens.

FIG. 03 – ESTAÇÃO FERROVIÁRIA DE SANTO ANDRÉ, CERCA DE 1867. ARQUIVO: MUSEU DE SANTO ANDRÉ

Não estão claros os motivos do estabelecimento das estações ferroviárias nestes locais, a explicação mais adequada é dada por DELLELIS, R.; *in* “A era do trem” 1999, p. 117; que diz que “as estações ferroviárias representavam paradas técnicas, onde eram reabastecidas as locomotivas com água e lenha”.

Logo após a conclusão da ferrovia, outro fator de grande influência na dinâmica de evolução urbana no local teve início: a *política de imigração* para povoamento do país (iniciada no Império e continuada na República), com o estabelecimento da Colônia São Caetano na fazenda Tijucussu.

Em 1889, a região (correspondente a todo Grande ABC atualmente) emancipou-se de São Paulo (de quem era freguesia, divisão administrativa da capital) e foi constituído o município de São Bernardo (Nesta época, Santo André era um distrito de São Bernardo, conhecido como *Bairro Estação*) – fig. 04.

A industrialização do local teve por objetivo atender às demandas do mercado, oferecendo produtos têxteis e primários (higiene, alimentação e transportes). Assim, as primeiras indústrias do local, *fixadas ao longo da linha ferroviária ou próximas a ela*, eram oficinas, carvoarias, tecelagens e abatedouros, atendiam à população do local e das proximidades.

FIG. 04 – CENTRO DE SANTO ANDRÉ EM 1898. AUTOR: EUCLYDES ROCCO. ARQUIVO: MUSEU DE SANTO ANDRÉ

A produção industrial (de características artesanais e de bens de consumo) foi alterada quando se estabeleceram no *eixo de expansão urbana* do município (na década de 1910) indústrias químicas multinacionais (Cia. Rhone-Poulenc, conhecida no Brasil pelo nome de Rhodia, DuPont Chemical S.A e ICI – Imperial Chemistry Industries) – fig. 05.

FIG.05 – FÁBRICA RODHIACETA EM 1930. AUTOR: CARLOS HAUKAL ARQUIVO MUNICIPAL DE SANTO ANDRÉ
ARQUIVO: MUSEU MUNICIPAL DE SANTO ANDRÉ

Neste período, o *Bairro Estação* foi elevado à condição de distrito de São Bernardo, recebendo o nome de *Distrito de Santo André* em 1920. A população do distrito era maior do que a da sede do município, e a maioria das fábricas (o setor mais dinâmico da economia municipal tinha sua sede no distrito) estavam aqui instaladas. Como consequência desta supremacia econômica, a sede do município foi transferida para o distrito, e o município mudou de nome, chamando-se *Santo André* em 1939.

O município de Santo André abrangia a atual região do Grande ABC, e os vários núcleos que se estabeleceram ao longo das estações ferroviárias começaram a se separar: o *processo de desmembramento* de Santo André teve início em 1944 com a separação da antiga sede do município, o distrito de São Bernardo, e encerrou-se em 1953, com a separação do distrito de Ribeirão Pires. Nestes oito anos, Santo André perdeu 78,80 % de sua área (de 840.30 Km² passou a contar com 174.38 Km²) e 36,50% da população (O município possuía 78.189 habitantes em 1945 – 100.00% da população da região; e no final do processo de fragmentação em 1953 contava com 132.576 habitantes, 63.50% da população total da região) –gráfico 01.

GRÁFICO 01 – PROCESSO DE FRAGMENTAÇÃO ADMINISTRATIVA DE SANTO ANDRÉ, 1944-1953

Também na década de 1950, houve novo surto industrial, impulsionado pela instalação de montadoras automobilísticas em São Bernardo e pela construção do pólo Petroquímico em Capuava (distrito de Santo André). Este surto trouxe nova dinâmica populacional à cidade, que cresceu de forma desordenada (a população, em 10 anos, passou de 245.000 habitantes em 1960 para 419.000 habitantes em 1970, um crescimento geométrico de 7.10 % ao ano).

Desde 1990 a população da cidade pouco cresceu, passando de 615.000 habitantes para 650.000 habitantes em 2000, e com significativo decréscimo da produção industrial, indicando a estabilização ou estagnação da evolução urbana de Santo André (IBGE, 2000).

3 EVOLUÇÃO URBANA

3.1 CONCEITUAÇÃO

A evolução urbana das cidades ocorre de muitas maneiras e sofre influências diversas: há motivos econômicos e físicos que podem explicar por que uma cidade *evolui* enquanto outra permanece estagnada.

Mesmo esta evolução urbana não é uniforme ou linear, vários fatores contribuem para que determinado espaço urbano (dentro da mesma cidade) apresente uma evolução diferente de um espaço que possui características similares.

A *evolução* é definida no *Dicionário Aurélio Século XXI, 3ª edição* como “processo lento e contínuo de transformação, especialmente aquele em que certas características ou elementos a princípio simples, parciais ou indistintos; tornam-se mais complexos, completos ou mais pronunciados”.

Um destes fatores que podem influenciar o processo de evolução urbana são os resíduos sólidos e seu sítio de disposição final (aterros sanitários ou lixões), que *podem* alterar este processo em áreas urbanas vizinhas.

O conceito de evolução urbana é comumente associado à idéia de *crescimento*: um núcleo urbano evolui quando sua população cresce ao longo do tempo, expandindo a sua mancha urbana. Pode-se considera-lo como um conceito derivado da definição de

desenvolvimento (*Nota 01*). Esta definição também é importante por conter a idéia de processo, ou seja, a evolução é dinâmica e ocorre ao longo do tempo.

Este conceito é encontrado em REIS, N.G. (2000, p. 96) - *Nota 02*; que menciona que “as câmaras encontravam fórmulas diversas para estimular as construções urbanas e promover o crescimento das vilas e cidades... os mecanismos de crescimento dos centros urbanos eram quase elementares, funcionando, sobretudo como estímulo aos esforços urbanizadores dos colonos, propiciando de forma discreta as condições para controle deste crescimento”.

Normalmente se diz que um núcleo urbano *evolui* e se *desenvolve* quando cresce em área e população: o dinamismo do núcleo urbano é expresso nas taxas de crescimento populacional, o que reflete se um núcleo urbano *evolui*, *permanece estagnado* ou *decai*.

Assim, uma das características do processo de evolução urbana é a sua dinâmica populacional: o processo de urbanização das áreas vizinhas aos locais de disposição de resíduos sólidos em Santo André, sua *Evolução Urbana* será analisada considerando o *crescimento* da área urbana local, traduzido na expansão da área construída e urbanizada, aumento da população, aumento do parcelamento local do solo e alterações do valor da terra. Estas variáveis serão estudadas no período de 1960 (início das disposições dos resíduos sólidos em locais definidos pelo poder público) até 2003 (concentração de todo resíduo municipal em um mesmo local). A caracterização

da *evolução urbana* será feita com o estudo dos seguintes parâmetros, que serão cruzados na forma de matrizes, para avaliar se houve ou não evolução urbana no local:

- **Dinâmica populacional:** O crescimento da população local é um importante indicador da evolução urbana (conforme definida acima), e taxas constantes de crescimento populacional definem a *evolução* do local. Taxas declinantes ou próximas de zero indicam que o núcleo estagnou ou regrediu.
- **Extensão da área urbanizada:** Similar ao aumento da população, o crescimento da área urbanizada (área construída, traçado de ruas, parcelamentos do solo e oferta de serviços públicos como água, luz e esgotos) indica que a área é “dinâmica”.
- **Valor da terra:** Como o mercado imobiliário é sujeito a interferências (manipulação de informações) e flutuações (como crises econômicas), o valor da terra é uma variável fluida, com critérios pouco rígidos para a definição de seus valores. Para saber se houve aumento no valor da terra (indicando a valorização da terra do local), este trabalho utilizará a *Planta de Valores Genéricos do Município*, que apresenta índices fiscais estáveis ao longo do tempo.

O emprego desta ferramenta de análise (matrizes de resultados) foi desenvolvida para os Estudos de Impacto Ambiental, exigidos pela legislação brasileira (Resolução CONAMA n.º 05 de 05/08/1993 e suas atualizações – ver *Nota 03*), e é útil para a

análise global de uma série de variáveis, como as existentes para caracterizar a *evolução urbana* do local.

Assim, considerando os autores supracitados, que caracterizam a evolução urbana como o *crescimento* e *expansão* da mancha urbana, com indicadores de dinamismo econômico. Empregando este conceito, a evolução urbana de Santo André passou – a exemplo do que ocorreu com a coleta de resíduos sólidos – por algumas fases distintas, descritas a seguir.

3.2 A EVOLUÇÃO URBANA DE SANTO ANDRÉ

Como o município de Santo André possui dois períodos históricos distintos, a evolução urbana aqui estudada ficará restrita ao segundo período – que estruturou a cidade como ela é hoje em dia. A evolução urbana também possui 04 grandes fases, com características e dinâmica próprias para cada fase. Antes da consolidação do segundo período da história de Santo André, a região (cuja área abrangia toda a região do Grande ABC) estava em seus **primórdios**, caracterizados pela população escassa e a existência de poucos povoadamentos: o principal era a *Vila de São Bernardo*, que começou a formar-se por volta de 1670 (próxima à sede do atual município de São Bernardo do Campo) como pousada para tropeiros (*Nota 04 - A cidade que dormiu três séculos, Melhoramentos, 1977*). Outro pequeno povoado existente na região – e formado a esta mesma época – era a *Fazenda São Caetano*, formada pela aglutinação

de pequenas propriedades rurais de bandeirantes e tropeiros (esta fazenda, adquirida e administrada por religiosos, produzia artefatos cerâmicos como tijolos e vasos); e localizava-se próxima da confluência do Ribeirão dos Meninos com o Rio Tamanduateí (*Nota 05*).

Não há menção ao número de habitantes em cada localidade, mas não deviam passar de centenas, uma vez que a população da capital da província também era reduzida (gráfico 02).

3.2.1 As fases da evolução urbana de Santo André

Para estudar a evolução urbana de Santo André utilizaremos os conceitos acima expostos, ou seja, a evolução é caracterizada pela expansão da mancha urbana e crescimento da população e das atividades econômicas desenvolvidas no núcleo urbano.

A **primeira fase** da evolução urbana de Santo André tem início com a construção da estrada de ferro Santos a Jundiaí (antiga SPR – São Paulo Railway Co), e estendeu-se por aproximadamente 50 anos (de 1867 até 1917). Esta fase é caracterizada pela *polinucleação*, onde pequenos núcleos urbanos se formam ao redor das estações ferroviárias (a localização das estações é explicada por dois motivos: paradas técnicas para abastecimento das composições e antigos pontos de descanso de tropeiros). O

mapa n.º01 (*Grande ABC em 1906*) é a mais antiga representação cartográfica da região, onde é possível ver a esparsa urbanização da região, concentrada ao redor das estações ferroviárias. Observa-se que “pontos modais” de transporte (antigos pousos de tropeiros e atuais estações ferroviárias) funcionam como “starters” da urbanização; porque atividades são concentradas para atender às demandas criadas pelo sistema de transporte.

GRAFICO 02 – EVOLUÇÃO POPULACIONAL DE SANTO ANDRÉ –1920-2000
(FONTE: ORGANIZADO PELO AUTOR).

As características da primeira fase da evolução urbana são as seguintes:

- Polinucleação, com concentração urbana em volta das estações ferroviárias.
- Consolidação de eixos de expansão urbana: os antigos núcleos urbanos existentes (Vila de São Bernardo e fazenda São Caetano) são conectados às estações por “caminhos” que concentram atividades e loteamentos.
- Imigração italiana, com o estabelecimento de vários núcleos coloniais (principalmente em São Bernardo e São Caetano) que dinamizam a economia local.

- Início da industrialização, para fornecimento de serviços aos colonos da região (pequenas tecelagens e oficinas de prestação de serviços).

A **segunda fase** da evolução urbana é caracterizada pela intensificação da industrialização (desencadeada pelo bloqueio provocado pela Guerra Mundial de 1914-1918), e pelo desenvolvimento mais acelerado do núcleo urbano de Santo André (que concentra a maior parte das indústrias instaladas na região). O crescimento é rápido e ocorre conurbação com o núcleo de São Caetano no final da década de 1930 (tab. 01). “Internamente”, o núcleo de Santo André expande-se ao longo dos caminhos de conexão com a Vila de São Bernardo e em direção ao sul. (ver mapa 02 – Santo André e São Caetano em 1928).

MAPA 02 – SANTO ANDRÉ E SÃO CAETANO EM 1928 (FONTE: AUTOR SOBRE PASSARELLI, OP. CIT.)

A evolução urbana é produzida por loteamentos, que são instalados ao longo de vias principais de acesso – o sistema viário municipal (e regional) é constituídos de forma radiocêntrica, com as vias principais convergindo para a região central de Santo André. Os fundos de vale não são ocupados, e no futuro serão utilizados para implantar novas vias de circulação. (ver mapa 03 – Santo André em 1939). Os loteamentos são produzidos pela venda das chácaras anexas à área urbana, o mesmo mecanismo de expansão urbana ocorrido na cidade de São Paulo.

MUNICÍPIOS	1960	1970	1980	1991	1996	2000(1)
Santo André	245.147	418.826	553.072	616.991	625.564	648.443
São Bernardo do Campo	82.411	201.662	425.602	566.893	660.396	700.405
São Caetano do Sul	114.421	150.130	163.082	149.519	139.825	140.144
Diadema	12.308	78.914	228.660	305.287	323.116	356.389
Mauá	28.924	101.700	205.740	294.998	342.909	363.112
Ribeirão Pires	17.250	29.048	56.532	85.085	97.550	104.336
Rio Grande da Serra	3.955	8.397	20.093	29.901	34.736	36.352
Região do Grande ABC	504.416	988.677	1.652.781	2.048.674	2.224.096	2.349.181

TABELA 01 – POPULAÇÃO DOS MUNICÍPIOS DO GRANDE ABC A PARTIR DE 1960 (FONTE: IBGE)

MAPA 03 –SANTO ANDRÉ EM 1939 (FONTE: AUTOR SOBRE PASSARELLI, OP.CIT.)

A mancha urbana está concentrada a oeste porque a topografia neste local é menos acidentada (o “mar de morros” é menos destacado aqui) e pela “atração” exercida pelos outros núcleos (São Bernardo e São Caetano) – que são maiores e mais dinâmicos do que os demais núcleos regionais. Esta fase é encerrada com a divisão territorial de Santo André, (esta divisão territorial foi rápida e intensa: em 10 anos, o município perdeu 80% de seu território) que elimina a polinucleação: cada um dos núcleos urbanos constitui uma cidade separada – e os antigos eixos de expansão perdem um pouco de sua importância. As características desta fase são:

- Início do processo de conurbação entre os núcleos principais
- Fragmentação espacial e administrativa: os núcleos separam-se de Santo André, encerrando a polinucleação existente.
- Consolidação do sistema viário radiocêntrico – Santo André é o principal pólo de circulação regional.
- Criação de “eixos internos” para a expansão interna: os fundos de vales (córregos) não são ocupados pela mancha urbana, que se expande por vias de circulação que conduzem ao centro da cidade.
- Os novos loteamentos constituem núcleos locais, que funcionam como pólos para expansão urbana.

A **terceira fase** da evolução urbana é iniciada no final da fragmentação espacial da cidade: desaparecem os vários núcleos urbanos (ainda concentrados ao redor das estações ferroviárias) e surgem centros locais – bairros que se destacam em relação aos demais por concentraram serviços e atividades – que organizam o espaço urbano da cidade. Também é uma fase de intensa industrialização, com a ocupação total das várzeas do Rio Tamanduateí, constituindo uma grande zona industrial. O mapa n.º 4 caracteriza esta fase da evolução urbana de Santo André.

MAPA 04 – SANTO ANDRÉ EM 1954 (FONTE: AUTOR SOBRE PASSARELLI – OP. CIT.)

Nesta fase, a cidade é segmentada (de modo natural) em grandes áreas funcionais: uma grande zona industrial ao longo da ferrovia e do vale do Tamanduateí, o centro da cidade onde se concentram atividades comerciais e de serviços e grande área

residencial (com usos mistos e dividida de acordo com critérios sócio-econômicos: há padrões residenciais, mais nobres próximos ao centro e mais pobres em sua periferia).

Ocorre também a ocupação das superfícies disponíveis dentro dos novos limites de Santo André – esta fase terá grandes implicações para o sistema de coleta e tratamento de resíduos sólidos do município, por tornar escassas as áreas livres disponíveis para a instalação destes equipamentos urbanos.

Também nesta fase são consolidados os “subnúcleos” ou centros locais: regiões centrais de bairros distantes do centro do município que organizam o espaço ao seu redor (são centros que oferecem serviços que atendem à demanda local, reduzindo a dependência dos habitantes do local aos centros maiores). As características principais da terceira fase de evolução urbana são:

- Adensamento da ocupação: a fragmentação territorial reduziu as áreas disponíveis para a expansão urbana de Santo André, que começa a ocupar os vazios existentes.
- Segunda fase de industrialização, onde é ocupado o restante do vale do Rio Tamanduateí e indústrias multinacionais de porte se instalam no município (provocando dinâmica populacional – o crescimento demográfico da cidade é de 5.04% ao ano, dobrando a população residente a cada 13 anos).

- Execução de grandes obras viárias (Av. Perimetral, Av. dos Estados, construção de viadutos para transposição da ferrovia) que têm por objetivo modificar o modelo viário existente (radiocêntrico)

Esta fase (rápido crescimento) é encerrada em 1980, com o início de grande crise econômica no país; e este ano marca o início da desindustrialização da cidade (e dos grandes galpões vazios e áreas abandonadas): é o ano em que uma grande montadora (Chrysler Motors do Brasil) encerra suas atividades. A desindustrialização é a característica que define a última fase da evolução urbana do município. Por representar mudança drástica na organização espacial de Santo André, a **quarta fase** da evolução urbana é tratada a seguir como subitem da evolução urbana do município.

3.2.2 A Quarta Fase da Evolução Urbana de Santo André

3.2.2.1 Introdução

A grande crise econômica mundial que teve início em 1979 (com o segundo choque da oferta de petróleo) apresentou seu momento mais agudo no Brasil em 1982, com nítido declínio do produto interno bruto e redução expressiva da atividade econômica.

Este ano marca o final do processo de industrialização da Região do Grande ABC, e o início de longo período de estagnação econômica, que se materializou no espaço

urbano, principalmente em Santo André, onde várias intervenções (e uma série de propostas) foram realizadas para reanimar a economia local.

3.2.2.2 A desindustrialização

Em 1980, praticamente toda área urbana de Santo André estava ocupada (ver mapa 05), havendo poucas grandes áreas disponíveis para a implantação de grandes equipamentos urbanos ou para serem loteadas.

Além disto, grande parte do município encontrava-se dentro dos limites da *ÁREA DE PROTEÇÃO AOS MANANCIAIS* (EMPLASA, 1984) com restrições severas á ocupação e à utilização do solo (apenas 64 Km² dos 180 Km² da superfície do município estão fora da APM) – reduzindo ainda mais a oferta de áreas para a expansão urbana. (ver mapas 05 e 06, com limites da Área de Proteção aos Mananciais). Os poucos espaços disponíveis situam-se em locais com declividade acentuada, ou fundo de vales – historicamente áreas de urbanização tardia (HAUSER, P.M.; SCHNORE, L.F., 1976).

Estas restrições á ocupação e utilização do solo irão se refletir, mais tarde, nos critérios para seleção de áreas para aterros (cap. 06), e são um exemplo da influência exercida pela legislação no processo de evolução urbana ocorrido no município.

MAPA 05 – SANTO ANDRÉ EM 1980 (FONTE: AUTOR SOBRE PASSARELLI, OP. CIT.)

Mesmo com a saturação de toda superfície disponível, a população apresentou crescimento considerável de 1980 até 1990, permanecendo praticamente estagnada desde então (ver tabela 02 – População). O que aconteceu foi o processo de adensamento no município, com a construção de vários edifícios de apartamentos (inclusive na periferia do município, área considerada “não –nobre”) e a ocupação das áreas vazias restantes, muitas em locais de topografia inadequada. A ocupação destes vazios urbanos não foi realizada de modo legal em sua totalidade: há aumento expressivo de favelas e invasões no município, que está despreparado para enfrentar este problema.

MUNICÍPIOS	1960	1970	1980	1991	1996	2000(1)
Santo André	245.147	418.826	553.072	616.991	625.564	648.443

TABELA 02 – POPULAÇÃO TOTAL DE SANTO ANDRÉ (FONTE: IBGE, 2000) (1) – Dados preliminares

A crise econômica enfrentada pelo país atingiu em cheio as regiões industrializadas, com fechamento de diversas indústrias, e a transferência de unidades de produção para outros locais. O processo de desindustrialização ocorreu por causa de uma série de fatores, alguns regionais, outros nacionais – e muitos fatores que desencadearam o processo têm características locais. Em Santo André, os fatores de desindustrialização apontados são os seguintes (LOVE, J.L., 1998) :

- Escassez de áreas adequadas para instalação de novas plantas industriais
- Valorização do preço da terra – e aumento dos impostos devidos
- Antiguidade das instalações industriais existentes
- Sindicalismo hostil
- Custos maiores de produção na região do que em outros locais.

Apesar de apresentar indústrias de pequeno e médio porte espalhadas pelo município, as grandes fábricas concentraram-se ao longo da ferrovia e do vale do Rio Tamanduateí (ver mapa 06), constituindo uma área funcional dentro do município, sem que qualquer ação de planejamento (lei de uso de solos ou plano diretor) fosse implementada (consultar também *nota 21*).

MAPA 06 – ÁREAS FUNCIONAIS E INTERVENÇÕES URBANAS – 1990/1998
(FONTE: AUTOR SOBRE PASSARELLI, OP. CIT.).

Algumas fábricas permaneceram, mas muitas saíram, deixando no local ruínas ou terrenos vazios.

3.2.2.3 – Intervenções locais

A saída das fábricas do município deixou grandes vazios na zona industrial, e o poder público local tomou uma série de iniciativas para “apagar as cicatrizes” deixadas pela saída das fábricas. A maioria das iniciativas teve um eixo: a mudança do modelo econômico, isto é: Santo André deveria se preparar para deixar de ser uma economia industrial para se tornar uma economia “moderna”, com ênfase na prestação de serviços e baseada no setor terciário. As principais iniciativas foram (ver mapa 06):

- Eixo Tamanduateí: a antiga zona industrial sofre intervenções que modificam seu perfil, são criados parques, galpões industriais são derrubados e construídos hiper-mercados e shopping centers em seu lugar; equipamentos públicos (a rodoviária municipal) são instalados às suas margens.
- Cidade Pirelli: vários galpões desta indústria e alguns quarteirões residenciais são demolidos para dar lugar a um complexo com serviços 24 horas, cinemas, hotéis e complexos residenciais. Hoje é apenas uma área demolida, sem nada construído no local.
- Revitalização urbana: várias favelas são urbanizadas (serviços básicos como asfalto, iluminação pública. Força & Luz, água & esgoto são instalados nos locais), há criação de praças e espaços públicos (calçadas em centros de bairros) na cidade.

Estas intervenções foram feitas para suprir o vazio deixado pela saída das grandes indústrias, e para injetar dinamismo na economia local.

3.2.2.4 – Características Principais da quarta fase

A última fase de evolução urbana de Santo André é bem distinta das demais porque pela primeira vez não há **expansão** da área urbana, e sim uma mudança significativa

do uso do solo em grandes setores da cidade. Esta mudança de uso do solo deteriorou grandes setores da cidade (as ruínas dos galpões industriais forma tomadas pelo mato e foram completamente abandonadas e algumas foram invadidas) e provocou a alteração drástica no modo de agir do Poder Público: a Prefeitura Municipal toma a iniciativa (torna-se **agente** do processo e não mais atua como ente passivo) para reverter o declínio destas áreas urbanas (muitas delas centrais) e para introduzir dinamismo na economia local.

As principais características desta fase são as seguintes:

- **Modelo econômico:** a economia local estava fortemente baseada na indústria, e seu colapso provocou as mudanças (algumas ainda em fase de maturação para poderem apresentar resultados). O pouco dinamismo da economia local explica o baixo crescimento populacional – se comparado com o crescimento populacional que ocorria na fase de industrialização.
- **Escassez de áreas:** há pouco espaço disponível para instalar grandes equipamentos urbanos ou lotear grandes áreas – as intervenções são feitas **sobre** áreas já existentes e não sobre área novas. As áreas existentes são caras por causa da escassez – e os impostos incidentes são caros porque as áreas industriais estão em áreas nobres (a cidade incorporou as áreas industriais, que estão próximas a bairros tradicionais de Santo André)

- **Poder Público:** o poder público local é agente das intervenções, ao propor políticas para ocupação dos espaços e propor parcerias com a iniciativa privada para implementar as mudanças.
- **“Persistência da memória”:** Apesar das intervenções maciças, a mudança do uso de solo é lenta: muitas das antigas áreas industriais – que não passam de ruínas - destinadas a receber novos empreendimentos continuam vazias. Há também a “cara”, a característica de cada região: está na memória da população que determinados locais sempre foram fabris, e isto está se mostrando difícil de mudar.

A coleta e disposição final de resíduos sólidos em Santo André teve ligação atávica com a evolução urbana municipal (a mancha urbana sempre alcançando os locais de disposição final e os incorporando), e isto será observado ao analisarmos a localização destes depósitos e o processo de sua incorporação ao tecido urbano.

Os mapas 07 e 08 apresentam a síntese do processo de evolução urbana de Santo André, com a evolução ocorrendo sobre os vetores locais de expansão (o eixo principal, a ferrovia; e os eixos secundários, as vias de ligação com outros núcleos). Esta expansão não foi linear nem uniforme, pois ocorreu primeiro (e de forma mais intensa) à margem esquerda do Rio Tamanduateí, e apenas a partir do final da terceira fase da evolução urbana de Santo André a margem direita do Rio será ocupada de maneira mais intensa. O maior dinamismo da expansão urbana na margem esquerda do Rio Tamanduateí é explicada pela presença dos núcleos mais importantes (Santo André e São Bernardo) deste lado do Rio.

As fases de evolução urbana em Santo André possuem similaridade com o processo de coleta e disposição de resíduos sólidos, conforme mencionado acima: estes também são divididos em quatro grandes fases, com características distintas. As fases do processo de coleta e disposição de resíduos não são coincidentes (os marcos que dividem os processos históricos são diferentes), mas a evolução urbana municipal afetou decisivamente o processo de coleta de resíduos sólidos, *impondo* soluções e procedimentos àquele processo. Uma das principais imposições foi a segmentação dos locais de disposição ao longo do processo: a escassez de áreas impediu a concentração dos resíduos em um único local – que foram espalhados pela cidade, alguns em áreas de urbanização já consolidada.

A tabela 03 traz o resumo das fases de evolução urbana de Santo André, com suas características principais, algumas derivadas de estímulos externos.

O principal destes estímulos, sem dúvida, foi a ferrovia (GAIARSA, 1977), que, além de criar um vetor para a expansão urbana (constituindo-se em agente de urbanização), foi o veículo da expansão econômica da atividade cafeeira, que acumulou capitais e impulsionou o desenvolvimento do Estado de São Paulo (SZMRECSÁNY, T. (org.), et al, 2004). O incremento da atividade econômica alimentou a imigração (principalmente européia), que se estabeleceu em áreas do Grande ABC conhecidos por “núcleos coloniais”, localizados próximos às estações ferroviárias (GAIARSA, 1977). As estações ferroviárias atuaram como pólos, estabelecendo ao seu redor os núcleos urbanos iniciais (apenas São Bernardo do Campo desenvolveu-se de modo diferente, porque era um núcleo antigo, pouso para tropeiros).

MAPA 08 – MANCHA URBANA DE SANTO ANDRÉ EM 2000
FONTE: ORGANIZADA PELO AUTOR.

Esta influência das fases de evolução urbana no processo de coleta e disposição de resíduos sólidos será analisada nos capítulos seguintes, onde cada fase de coleta é descrita em detalhes.

FASE	PERÍODO	CARACTERÍSTICAS
1.ª Fase	1867 - 1917	<ul style="list-style-type: none"> * polinucleação * impulso dado pela ferrovia * formação e consolidação de vetores de expansão urbana
2.ª Fase	1917-1945	<ul style="list-style-type: none"> * conurbação * intensificação da industrialização * expansão de mancha urbana via criação de loteamentos (mesmo processo de SP). * consolidação do sistema viário radiocêntrico * criação de eixos internos
3.ª Fase	1945 - 1980	<ul style="list-style-type: none"> * fragmentação administrativa * formação de centros locais * adensamento do espaço urbano * expansão demográfica * execução de obras viárias
4.ª Fase	1980 -	<ul style="list-style-type: none"> * desindustrialização * estagnação (econômica e populacional) * alteração de base econômica * escassez de espaços urbanos livres * atuação de poder público

TABELA 03 – RESUMO DAS FASES DE EVOLUÇÃO URBANA DE SANTO ANDRÉ
 FONTE: ORGANIZADO PELO AUTOR

4 A COLETA DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM SANTO ANDRÉ.

4.1 Definição de Resíduos Sólidos

Os resíduos sólidos são classificados de várias maneiras: leva-se em conta a sua origem, seu estado físico, sua periculosidade e sua umidade (ver tabela 04 – *Classificação de Resíduos Sólidos*), e neste trabalho será empregada a definição adotada pela *Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) – NBR 10004* que diz “Resíduos nos estados sólido e semi-sólido ,que resultam de atividades da comunidade de origem: industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis, em face à melhor tecnologia disponível”.

CLASSIFICAÇÃO	DE ACORDO COM	CARACTERIZAÇÃO
DOS RESÍDUOS	O SEU ESTADO FÍSICO	* SÓLIDO * LÍQUIDO * GASOSO
DOS RESÍDUOS SÓLIDOS EM GERAL	O SEU LOCAL DE PRODUÇÃO	* URBANOS: GERADOS EM AGLOMERADOS URBANOS * RURAIS: GERADOS FORA DOS LIMITES DA CIDADE
RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS	A SUA PERICULOSIDADE	* CLASSE I : PERIGOSOS, APRESENTAM RISCO À SAÚDE PÚBLICA E AO MEIO AMBIENTE , CARACTERIZADO POR ÍNDICES FÍSICOS E QUÍMICOS * CLASSE II: NÃO -INERTES, CARACTERIZADOS POR SUA COMBUSTIBILIDADE, BIODEGRADABILIDADE E SOLUBILIDADE * CLASSE III: INERTES
	A SUA UMIDADE	* SECO * MOLHADO
	A SUA ORIGEM	* DOMICILIAR * COMERCIAL * PÚBLICO * HOSPITALAR * TERMINAIS DE TRANSPORTE * INDUSTRIAL * ENTULHO
	A SUA CAPACIDADE DE BIODEGRADAÇÃO	* FACILMENTE DEGRADÁVEIS * DEGRADAÇÃO MODERADA * DEGRADAÇÃO LENTA * NÃO-DEGRADÁVEIS

TABELA 04 – CLASSIFICAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS (FONTE: ORGANIZADA PELO AUTOR).

A definição permite deduzir que praticamente tudo que é descartado pode ser enterrado (esta era a filosofia dos antigos lixões, onde os resíduos eram enterrados sem qualquer preocupação com os impactos que poderiam causar ao meio físico).

A *Resolução CONAMA n.º 05 de 05/08/1993* estabelece padrões mínimos de gerenciamento dos resíduos sólidos ao segregá-los por possibilidade de contaminação ao meio ambiente. Esta segregação ordena os resíduos sólidos nas seguintes classes:

- **Classe A:** Resíduos que apresentam risco potencial à saúde pública e ao meio ambiente devido à presença de agentes biológicos (são os resíduos provenientes de hospitais, clínicas médicas, clínicas veterinárias e bancos de sangue). Estes resíduos não podem ser dispostos juntos com outros resíduos, nem ser dispostos em aterros sanitários comuns; a não ser que sejam tomadas providências para eliminação dos organismos patogênicos – tornando-o estéril.
- **Classe B:** Resíduos que apresentam risco à saúde devido à presença de elementos químicos em sua composição (são os resíduos farmacêuticos, drogas quimioterápicas e medicamentos vencidos. Também grande parte dos rejeitos industriais enquadra-se nesta classe). Do mesmo modo, estes resíduos devem receber tratamento especial para sua disposição final.
- **Classe C:** Resíduos radioativos (resíduos provenientes de clínicas médicas, odontológicas e de laboratórios de análises clínicas). Estes resíduos devem atender às disposições da CNEN – Comissão Nacional de Energia Nuclear.
- **Classe D:** Todos os demais resíduos que não se enquadram nas classes anteriores (a maior parte da produção de resíduos urbanos está aqui: lixo orgânico, varrição de ruas e resíduos de construção civil). Não há restrições quanto à disposição final destes resíduos, desde que observadas as condições adequadas de disposição final.

A norma técnica brasileira *NBR 10004 – Classificação de Resíduos Sólidos* oferece outra segregação para os resíduos sólidos, mas adotando o mesmo princípio da Resolução CONAMA n.º 05: o da potencialidade de provocar danos ao meio ambiente. Esta classificação é a seguinte:

- **Classe I:** Perigosos (todo resíduo com alto potencial de contaminação e que deve passar por tratamento antes da disposição no solo)
- **Classe II:** Subdividida em **inertes** (Classe II-A) e **não-inertes** (Classe II-B), são todos resíduos que podem ser dispostos no solo sem grandes problemas. Os resíduos inertes são fundamentalmente entulho de construção civil (tijolos, restos de massa, peças cerâmica) e os resíduos não-inertes são aqueles que não se enquadram em nenhum destes grupos.

O potencial em causar danos ao meio ambiente é definido por parâmetros físicos e químicos principalmente: são aplicados às amostras de resíduos testes de solubilização e lixiviação (para verificar decomposição de seus materiais constituintes e teor de carreamento destes materiais para lençóis freáticos).

Ambas classificações têm como fundamento o *potencial de causar riscos* ao meio ambiente, e a preocupação em segregar os resíduos por tipo (orgânico, industrial, etc) – para minimizar os danos provocados no meio físico (este procedimento é interessante por revelar a evolução – da preocupação com o meio ambiente ou da complexidade do

que é descartado, que não existia antes: os resíduos eram enterrados misturados e sem tratamento algum).

4.2 Caracterização dos Resíduos Sólidos

Para caracterizar e identificar os resíduos sólidos, isto é, definir o que é descartado e é encaminhado para o local de disposição final, são utilizados os seguintes parâmetros:

- **Parâmetros Físicos:** *Composição Gravimétrica* (traduz o percentual de cada componente em relação ao peso total do resíduo, *Peso Específico* (massa dos resíduos em função dos volumes ocupados), *Teor de Umidade* (importante para definir quais serão os processos de tratamento e destinação final mais adequados), *Compressividade* (indica a redução de volume que a massa de resíduos pode sofrer – resíduos orgânicos têm índice de compressividade entre 1:3 e 1:4 quando submetidos a uma pressão equivalente a 4.00 Kg/cm²); e *Produção Per Capta* (utilizado para dimensionamento de aterros sanitários, no Brasil varia de 0.5 Kg/hab/dia a 0.8 Kg/hab/dia). (SÃO PAULO, 1998).
- **Parâmetros Químicos:** *Poder Calorífico* (capacidade de combustão e indicador do potencial de geração de energia), *Potencial de Hidrogênio –Ph* (indica teor de acidez ou alcalinidade da massa de resíduos), *Teor de Cinzas* (utilizado em

processos de incineração) e *Relação C/N* (indica o grau de decomposição da matéria orgânica do lixo nos processos de tratamento e disposição final).

- **Parâmetros Biológicos:** *Estudo da população microbiana e dos agentes patogênicos presentes nos resíduos urbanos.*

A caracterização e identificação dos resíduos urbanos definem quais serão encaminhados para os locais de disposição final e quais deverão sofrer tratamento prévio antes de dispostos naqueles locais. Os procedimentos de caracterização de resíduos – que indicam o emprego de ferramentas de engenharia e técnicas de gestão destinadas a suavizar os impactos ambientais produzidos pela disposição destes resíduos – começaram a ser utilizados em meados da década de 1970; e antes desta década a disposição dos resíduos era feita praticamente *in natura* na cidade de Santo André.

4.3 A coleta em Santo André

A coleta de resíduos sólidos em Santo André possuiu vários procedimentos e elementos distintos, o que permite a sua divisão em quatro grandes fases, cada uma destas fases com características e dinâmicas próprias.

Estes procedimentos dizem respeito à forma de coleta de resíduos, à sua disposição final e à organização do sistema de coleta, que caracterizaram em quatro grandes fases a coleta de resíduos sólidos em Santo André:

⑩ *Primeira Fase (até 1957)*: Esta primeira fase é caracterizada pela alternância da responsabilidade pela coleta (às vezes coletados por particulares, às vezes coletados pelo poder público). Não há local para destinação final, os resíduos (majoritariamente orgânicos) eram distribuídos para pequenos produtores rurais (chacareiros) situados na periferia da cidade.

⑩ *Segunda Fase (1957- 1980)*: Nesta fase há o início da estruturação do serviço: a coleta torna-se regular (atendendo a cerca de 70% da área urbanizada) e são definidos os primeiros locais para disposição final de resíduos sólidos (04 grandes áreas, situadas na periferia do município). A coleta e disposição final do município foram organizadas em função da disposição espacial destes locais.

⑩ *Terceira Fase (1980-1986)*: Com o final da vida útil de 03 dos 04 locais originais, foram selecionados 10 novos locais (alguns particulares e outros públicos), que receberam todos os resíduos produzidos em Santo André. Também há a organização da coleta em função da disposição espacial destes locais, que – em função da escassez de áreas de porte para o recebimento de resíduos -são de tamanho pequeno.

⑩ *Quarta fase (1986 – Até hoje em dia)*: Esta fase é caracterizada pela concentração em um só local para a disposição final, e a implantação do ciclo completo de coleta (há coleta seletiva, separação por tipos de resíduos, atendimento integral à toda área urbanizada, disposição em aterro sanitário).

Cada fase, com suas características próprias, é analisada a seguir.

4.4 A Primeira Fase de Coleta de Resíduos Sólidos (até 1957).

Em função das características do processo local de urbanização (formação de vários núcleos urbanos dispersos no território), a coleta de resíduos sólidos não era uniforme na região: em alguns núcleos a coleta era feita por particulares (em charretes de tração animal) que dispunham os resíduos na área rural, sem controle (SÃO BERNARDO, C.M. 1917), e nos núcleos mais importantes (São Bernardo e Estação-Santo André), havia um serviço municipal de coleta (similar ao executado por particulares, e cuja disposição final também era feita sem critério na zona rural).

O serviço prestado era caro, consumia 4.32% do orçamento anual da Prefeitura (SÃO BERNARDO, 1917), gastos apenas com coleta e varrição de ruas (estes itens eram agrupados sob a rubrica “Limpeza e Higiene Pública”). A única menção encontrada para a disposição final destes resíduos sólidos é encontrada em *Relato da*

Administração Municipal de Santo André – 1940 que menciona a “entrega do produto da coleta a chacareiros da zona rural do município”, não informando a quantidade ou o tipo de resíduo entregue, nem os locais em que eram entregues estes resíduos.

Este tipo de resíduo até os anos 1950 era fundamentalmente orgânico, composto principalmente por resíduos de alimentos (IPT/CEMPRE, 1995): Em 1927, 82.50% do lixo era constituído por “matéria orgânica e inerte, com densidade de 500 kg/m³. Já em 1957, “76.00% do lixo era composto por matéria orgânica e inerte, com densidade de 300 kg/m³.”.

A variação da densidade (peso específico aparente) ao longo do tempo (de 500 kg/m³ em 1927 para 300 kg/m³ em 1957) é explicada por uma série de fatores: alterações de hábitos de consumo da população, modificações em processos produtivos, características dos locais de coleta, conjuntura econômica, etc – ver *Nota 06*).

Em 1954, o *Relatório do Exercício – Prefeitura Municipal de Santo André, 1954* faz a primeira menção à organização e estruturação do sistema. Este relatório informa que:

☞ O volume diário de resíduos sólidos coletados era de 83.00m³. Considerando o peso específico de 300 kg/m³, temos uma produção diária de cerca de 24,9 toneladas. Não havia separação (fração seca e fração úmida), mas o composto era fundamentalmente orgânico (IPT/CEMPRE, 1995). Como a população do município

era de 140.000 habitantes em 1955 (*Fonte: IBGE – Censo Estatístico*), a produção diária municipal per capita de lixo de lixo era de 0.180 Kg/hab./dia.

- ⑩ Não havia local específico para disposição final dos resíduos, que eram distribuídos aos chacareiros da zona rural.
- ⑩ O serviço possuía 05 caminhões para coleta (tipo “carroceria de madeira”), 03 carroções grandes de tração animal, 03 carroções pequenos de tração animal, 02 charretes, 07 caçambas fixas (dispostas em ruas) e 04 carriolas. O serviço de coleta e distribuição de resíduos utilizava 88 funcionários da administração municipal.
- ⑩ O serviço era público e exercido diretamente pela administração municipal.
- ⑩ O serviço de coleta, de acordo com dados do *Relatório de Exercício* supracitado, atingia cerca de 80% da área urbana de Santo André (há a descrição das ruas atendidas pelo serviço).
- ⑩ Em relação a 1917, houve queda de custos: de 4.32% do orçamento municipal, o serviço consumia agora 1.84% do orçamento municipal.

Estas informações são muito úteis, porque permitem caracterizar o *Serviço de Coleta e Disposição Final de Resíduos Sólidos* em seu início (conforme descrição acima): também é importante destacar a escala do serviço, porque se trata de população

pequena, com produção pequena (e majoritariamente orgânica). Assim, a destinação final dos resíduos não representava um problema (o volume de resíduos era reduzido), e a cidade contava com grande área rural (com chacareiros dispostos a receber este composto) relativamente **distante** das áreas urbanas para receber este resíduo (ao analisar as outras fases da disposição de resíduos em Santo André, observaremos que a regra é depositar os resíduos em locais distantes das áreas urbanas).

O crescimento da população e a expansão das áreas urbanas – provocando a redução das áreas rurais e o aumento da produção de resíduos – levou ao abandono da antiga solução de destinação (a distribuição para chacareiros): em 10 anos, a população do município passou de 120.000 habitantes em 1950 para 245.000 habitantes em 1960 (uma taxa de crescimento geométrico de mais de 7.00% ao ano). Também a composição dos resíduos mudou: a industrialização do município levou à alteração significativa da fração orgânica do composto (a fração de matéria orgânica e inerte reduziu-se a 52.20% do volume total de lixo em 1960 – *Fonte: Inventário de Resíduos – CETESB, 1985*).

A disposição final de resíduos sólidos não representava grande preocupação para o poder público municipal (ao contrário da coleta: não importava onde jogar, mas sim remover da calçada dos munícipes), ao contrário de outros tipos de poluição existentes no município: a intensa e rápida industrialização de Santo André (e da Região do Grande ABC) provocou o estresse ou mesmo o esgotamento da bacia hidrográfica do Rio Tamanduateí, transformado em canal de esgotos primários e secundários, e de

veículo para remoção de dejetos industriais líquidos. A situação tornou-se severa a ponto de ser criado em 1957 a “*Comissão Intermunicipal de Controle da Poluição das Águas e do Ar (CICPAA)* – autarquia intermunicipal destinada a medir a intensidade e propor mecanismos e procedimentos para controle da descarga de poluentes na bacia do Tamanduateí e na atmosfera” (A GAZETA, 1957).

A alteração das condições de equilíbrio existentes anteriormente (pequena população, com produção de resíduos de composição constante – fundamentalmente do tipo “fração úmida”) resultou em uma mudança decisiva no sistema de coleta: os resíduos agora precisam de um local para serem dispostos. Este local não constitui um aterro sanitário (onde a disposição final é controlada e há medidas de engenharia para minimizar os danos e impactos causados pelos resíduos no ambiente), e são simples lixões, onde os resíduos são lançados e tampados com cobertura de terra vegetal.

Esta mudança decisiva de postura, com a seleção e definição de áreas para disposição de resíduos, em conjunto com o tipo de composto disposto nos locais (não mais resíduos cuja composição é em grande parte orgânica, mas um composto com grande fração de resíduos industriais), terá reflexos na evolução urbana das áreas vizinhas a estes locais.

Esta fase da coleta de resíduos sólidos coincide com a fragmentação administrativa de Santo André: no espaço de 10 anos, os vários distritos que compunham a cidade – alguns conurbados, como Santo André / São Bernardo / São Caetano; outros isolados

como Mauá e Ribeirão Pires – separam -se da sede. O território administrado pelo Poder Público Municipal de Santo André reduziu-se em 82.4%, e os locais para disposição de resíduos reduziram-se: o serviço de coleta devia ter **locais definidos** para a disposição final porque houve redução significativa do espaço disponível.

A redução de espaços disponíveis para a disposição de resíduos sólidos em Santo André catalisou o processo de coleta e disposição final, ao impor a definição de áreas específicas para este fim. Se antes o processo possuía feições amadoras (o lixo recolhido em charretes, parte distribuído a produtores rurais e o restante enterrado à esmo na área rural do município sem a adoção de qualquer procedimento de engenharia); agora o serviço passa pela “profissionalização forçada” ao conviver com uma realidade mais severa, que impõe método e organização para a execução do serviço.

A fase seguinte da coleta de resíduos sólidos é considerada crítica, por que adota soluções e procedimentos que serão empregados com menor intensidade nas fases seguintes (graf. 03).

GRÁFICO 03 –Evolução da população x produção de lixo (1980-2000)
 FONTE: ORGANIZADO PELO AUTOR

4.5 A Segunda Fase de Coleta de Resíduos Sólidos (1957 – 1980)

A conclusão do processo de fragmentação administrativa de Santo André em 1954, com a emancipação dos últimos distritos, alterou a organização espacial da cidade: a característica organização polinuclear dos períodos anteriores foi transformada em um espaço urbano mais compacto, com poucas regiões (a maioria situada na região leste da cidade e em periferias ainda desocupadas) para expansão urbana.

O crescimento populacional constante e o conseqüente aumento da produção de resíduos sólidos impuseram à administração pública a organização dos serviços de coleta: existem, pela primeira vez, locais específicos para a disposição final dos

resíduos sólidos no município – e a administração pública controla todo o processo (coleta e disposição final).

Estes locais mantiveram o mesmo padrão identificado na primeira fase: todos são **afastados** da mancha urbana, seguindo a lógica mecânica de esconder e manter distantes da cidade os resíduos por ela produzidos. A dinâmica de crescimento da cidade incorporará, no futuro, estes locais ao tecido urbano, também seguindo solução padrão identificada em Santo André: estes locais tornar-se-ão áreas de lazer ou espaços onde estão instalados equipamentos destinados a prestar serviços de lazer para a população.

No final da década de 1950 (infelizmente, não foi possível especificar a data de início), quatro grandes áreas começaram a receber a carga de resíduos produzidos na cidade, e estes locais foram selecionados de acordo com estas características (ver mapa 09):

- Todos os locais são de propriedade pública
- A topografia (grandes depressões) geralmente é adequada para receber a carga de resíduos
- Sua distribuição geográfica (periférica) em pontos distantes da mancha urbana.

A distribuição geográfica também organizou o serviço de coleta: a cidade foi segmentada em três grandes setores, e os resíduos coletados no interior destes setores (macrozonas) eram dispostos nos locais neles situados. Os quatro locais, que receberam a produção de resíduos por cerca de 23 anos, são os seguintes:

- Rua Espírito Santo, s/n.º, Cidade São Jorge (nº 01 na série de mapas)
- Estrada João Dulcin s/n.º, Jardim Estela. (nº 02 da série de mapas)
- Rua Itaipava, s/n.º, Parque Jaçatuba. (nº 03 da série de mapas).
- Aterro DAEE, Av. Dos Estados s/n.º - Vila Metalúrgica. (nº 04 da série de mapas)

Estes locais não iniciaram suas atividades simultaneamente (o Aterro João Dulcin, segundo relatos de moradores, é o mais antigo), mas operaram durante toda a década de 1960 e 1970 em conjunto, e encerraram suas atividades quase ao mesmo tempo (ver Anexo – período ativo dos aterros sanitários em Santo André).

Estes locais receberam toda a produção de resíduos do município, principalmente orgânicos. Apenas o “Aterro DAEE” recebeu exclusivamente resíduos industriais e lodo de dragagem do Rio Tamanduateí. Este aterro também foi dimensionado e instituído pelo poder público, mas de uma esfera superior: o governo estadual foi responsável pela sua operação.

Conforme mencionado no item 4.4, a alteração das condições de equilíbrio existentes (pequena população e de crescimento lento, parque econômico consolidado e grande extensão territorial com oferta de áreas disponíveis) geraram a necessidade de coordenação

e controle do serviço de coleta e disposição de resíduos: não era mais possível o despejo de resíduos no Rio Tamanduateí ou em valas naturais existentes na área rural.

Os quatro locais selecionados para a disposição final de resíduos situavam-se em zonas periféricas da cidade – distantes da área urbana ou próxima às suas franjas, e coordenavam espacialmente a coleta de resíduos: sua localização definiu a montagem do serviço de coleta ao repartir a cidade de Santo André em três grandes zonas (o Aterro DAEE era praticamente exclusivo para despejo de resíduos industriais) distintas, que funcionavam de modo independente umas das outras: cada local que recebia os resíduos produzidos por uma região geográfica da cidade – cuja coleta também era estruturada espacialmente. Assim, os veículos de coleta não trafegavam por toda a cidade (ver mapa 09 e série de mapas 14 a 20).

FOTO 01 – ATERRO JOÃO DULCIN NOS DIAS DE HOJE

Neste período os resíduos eram dispostos de acordo com as práticas de engenharia da época: a preocupação existente dizia respeito apenas a garantir condições adequadas de operação nos locais de disposição final (os impactos ambientais não eram levados em conta

porque o conhecimento a seu respeito era incipiente e porque se considerava “inevitável” que o progresso trouxesse poluição). Como exemplo da “preocupação funcional” dos locais de disposição final, a *TRIBUNA POPULAR ILUSTRADA* publicou, em Maio de 1966, reportagem relatando a “necessidade de construção de valas sanitárias nos aterros municipais, para que a drenagem seja adequada e as poças não impeçam o trabalho dos tratores e caminhões”.

A reportagem ilustra também que as práticas de engenharia adotadas para os locais de disposição final resumiam-se à compactação dos resíduos, recobrimento com terra e drenagem de gases e líquidos. Não havia preparo do leito do aterro (para impedir contaminação das águas subterrâneas) ou tratamento dos gases e líquidos coletados.

As características da segunda fase de coleta de resíduos em Santo André são as seguintes:

- **Seleção de locais fixos para disposição final:** quatro locais são selecionados para dispor os resíduos, ao contrário da primeira fase (dispersão “difusa” da produção pela área rural da cidade).
- **Organização espacial da coleta:** os locais de disposição final não estão concentrados em uma região específica da cidade (apesar de localizarem-se em sua periferia), mas se espalham de modo simétrico. Assim, cada local coordena a coleta de resíduos de determinada região da cidade. Cada “macro-região” coleta e dispõe seu resíduo de modo independente da outra “macro-região”.

- **Distanciamento da mancha urbana:** os locais de disposição final estão situados no que ainda restou de zona rural na cidade nesta época, ou estão na franja da mancha urbana desta época.
- **Áreas públicas:** todos os locais de disposição final são áreas cuja propriedade pertence ao Poder Público.
- **Início do emprego de práticas de engenharia:** os resíduos não são mais despejados no local, e práticas simples de engenharia são adotadas nestes locais, como a compactação e o recobrimento com terra dos resíduos.

O ciclo de vida destes locais não foi constante: alguns deles foram encerrados antes de 1980 (o início da fase seguinte) e o serviço (organizado “espacialmente”) foi remanejado. O encerramento ocorreu pela saturação do espaço disponível para disposição de resíduos, e os aterros ITAIPAVA e DAEE já estavam encerrados por volta de 1975.

Estes locais comportaram a produção de resíduos até a década de 1980, quando tem início a terceira fase de coleta de resíduos, considerada uma transição para o aterro sanitário.

4.6 – A Terceira Fase de Coleta de Resíduos Sólidos (1980 – 1986)

A expansão da mancha urbana anexou os antigos aterros (mencionados em 4.5), que já se encontravam fechados (por terem atingido os limites de saturação) ou operavam no limite de recebimento e disposição final. E a expansão da área urbana tornou escassa a oferta de locais grandes e afastados, considerados ideais para a instalação de aterros.

Em 1972, quando um dos aterros (DAEE) já fora encerrado e outro operava próximo à saturação (ITAIPAVA), a PMSA decidiu reorganizar o serviço de coleta e disposição final de resíduos: toda a produção deveria ser encaminhada para um único local, um aterro sanitário a ser construído que operaria no “ciclo completo”: tratamento e disposição final dos resíduos produzidos na cidade. As obras para construção do aterro tiveram início em 1979.

Enquanto o aterro não era concluído e iniciava suas operações, o serviço de coleta e disposição final enfrentou uma fase de transição entre o encerramento dos antigos aterros e o início das operações do novo.

A transição se iniciou no encerramento do último grande aterro da segunda fase (JOÃO DULCIN) em 1980 e terminou na abertura do *Aterro Sanitário São Jorge* em 1986.

Esta fase é marcada pela pulverização de áreas destinadas à disposição final de resíduos, sua dispersão pelo território e pela sua redução em tamanho. Estas 09 áreas não se situam mais na área rural (insignificante no começo da década de 1980 e inexistente hoje em dia), mas nas franjas da mancha urbana. A PMSA possuía poucas áreas compatíveis (grande extensão e distantes da mancha urbana) e em função disto, alugou de particulares áreas para a disposição final de resíduos.

As áreas deste período de transição são as seguintes:

- Praça Presidente Eurico Gaspar Dutra, Centreville (nº 05 da série de mapas)
- Praça Pedro D'Alessio, Jardim Milena (nº 06 da série de mapas).
- Praça Antonio Lapatte Neto, Jardim Lãs Vegas (nº 07 da série de mapas)
- Av. Mico Leão Dourado, n.º 6000, Jardim Pedroso (nº 08 da série de mapas)
- Av. Guaratinguetá, s/nº, Jardim Alzira Franco – terreno particular (nº 09 da série de mapas)
- Av. dos Estados, margem direita do Córrego Guarará – terreno particular.(nº 10 da série de mapas).

- Rua das Maravilhas esquina com Rua Maracaibo, Vila Sá – terreno particular (nº 11 da série de mapas).
- Rua Nova Iorque, nº 1257, Vila Sá – terreno particular. (nº 12 da série de mapas).
- Rua Jales n.º 13, Jardim Marek (nº 13 da série de mapas).

Estes locais receberam **todos os tipos de resíduos**, inclusive resíduos industriais e hospitalares, e a PMSA (responsável pelo gerenciamento do sistema) não soube quantificar os volumes dispostos nestes locais (a estimativa das quantidades foi realizada com base em levantamentos planialtimétricos –que forneceram o volume ocupado pelo maciço sanitário e no peso aparente de 175 kg/m³ para resíduos em geral, fornecidos pela SeMA (IPT/CEMPRE, 1995) para o lixo da época (a composição do lixo varia no tempo e seu peso específico também – ver nota 06).

FOTO 02 – ATERRO JOÃO DULCIN NOS DIAS DE HOJE. AS ONDULAÇÕES DO TERRENO SÃO BOLSÕES DE GÁS PRODUZIDO PELO ATERRO

Não existia, nesta fase, uma etapa intermediária na coleta (estações de transbordo), e o lixo após a coleta pelo caminhão rumava para alguns destes locais, (novamente, há a organização espacial da coleta, para impedir que os caminhões circulassem por toda a cidade), geralmente o mais próximo dos pontos de coleta.

As principais características da terceira fase (fase de transição) são as seguintes:

- **Difusão espacial:** o serviço é pulverizado por toda cidade, como consequência da escassez de áreas disponíveis (com grande extensão territorial) para concentrar o serviço. Assim, não há concentração de locais em determinada região do município.
- **Redução de Escala:** a escassez de áreas com grande extensão territorial torna o serviço “difuso” e de operação complexa (a logística utilizada para coletar,

dispor e tratar os resíduos apresenta algumas falhas, porque algumas áreas recebem eventualmente as práticas adequadas de engenharia).

- **Localização das áreas na franja da mancha urbana:** a expansão urbana de Santo André (e seu limitado espaço territorial) ocupa os espaços vazios disponíveis, e já não existem mais áreas distantes para a instalação de aterros – todos os 09 locais desta fase situam-se nos limites da mancha urbana, a um passo de por ela serem incorporados.
- **Locação de terceiros:** a PMSA não dispõe de locais suficientes, e recorre a particulares para a implementação de seu serviço: a disposição de resíduos em grandes terrenos particulares é realizada mediante o pagamento (não pelo serviço de coleta e disposição, que continua pública) pela utilização do local (a PMSA aluga os imóveis utilizados). 45% dos aterros deste período pertencem a particulares.
- **Continuidade de práticas antigas:** há o emprego indiscriminado de práticas inadequadas, herdadas da fase anterior. Assim, não há dreno de gases, dreno de percolado, proteção do solo,

Estes terrenos, com a expansão da mancha urbana, a ela rapidamente são incorporados, inviabilizando a sua utilização para este fim. E como possuem dimensões

reduzidas para esta necessidade, logo se esgotam. A abertura do Aterro Sanitário São Jorge em 1986 encerra a transição e inicia a fase atual da coleta de resíduos sólidos.

A disposição de resíduos nesta fase não seguiu parâmetros de controle como pesagem e classificação de resíduos por tipo (de acordo com a NBR 1004), e nem todas as práticas de boa engenharia foram aplicadas em todos os locais (como queima de gases, impermeabilização de sub-leito ou drenagem de líquidos): estas informações foram coletadas em entrevistas com antigos moradores (foram encontrados e entrevistados, no total, 41 moradores que residem em áreas vizinhas aos depósitos há pelo menos 30 anos) que mencionaram que os “caminhões descarregavam o lixo e um trator espalhava terra por cima no final da semana”. Os moradores afirmaram não terem notado chaminés ou tubos com chamas localizados nos locais.

A boa prática de engenharia não foi utilizada por questões de escala: como os terrenos eram pequenos e estavam dispersos pela cidade, o emprego *constante e rotineiro* de maquinário tornava-se dispendioso. Portanto, era inviável a utilização sistemática de maquinário e procedimentos de engenharia em todos os locais simultaneamente (DAVIS, M.L.; CORNWELL, D.A., 1991) - ver *nota 07*.

Muitos dos locais que nesta fase foram utilizados como locais de disposição de resíduos – todos incorporados à mancha urbana – apresentaram uma solução característica (um padrão) para sua utilização após o encerramento das atividades dos

aterros: foram transformados em praças ou equipamentos públicos de lazer (campos de futebol e clubes esportivos).

4.7 A Quarta Fase de Coleta de Resíduos Sólidos (1986 – até hoje)

Em 1986, a atividade de despejo de resíduos já se encontrava encerrada em muitos dos terrenos, que já haviam atingido o limite de sua capacidade de disposição. Neste ano, foi inaugurada na periferia de Santo André (próximo a um local que já recebera lixo na segunda fase de coleta) o Aterro Sanitário São Jorge. Este aterro ocupou a última grande área pública, aproveitando as valas de antigo porto de extração de areia. O terreno possui área de 217.000 m² e seu complexo inclui a “Usina de Lixo”. No seu início, o aterro operou no “ciclo completo”, realizando a compostagem e reciclagem dos resíduos – reduzindo o material a ser disposto no aterro (a compostagem não é mais feita por questões econômicas: o custo do serviço ultrapassa em muito o valor do produto – SEMASA, 2002).

O Aterro utiliza todas as práticas consagradas e utilizadas em aterros sanitários considerados adequados: há impermeabilização do sub-leito, os gases são drenados e queimados, há drenagem de percolato (que é encaminhado para tanque de tratamento) e de água de chuva, as camadas de lixo são cobertas diariamente com material inerte (terra).

Esta fase agrega em um único local a disposição final de todo o resíduo (à exceção do industrial, que é encaminhado para aterro particular em Mauá, cidade vizinha) produzido em Santo André. Também não existem etapas intermediárias (estações de transbordo) e os caminhões coletores (a coleta é noturna), quando saturados, rumam para o aterro. Nesta fase, o Poder Público deixa de gerenciar o serviço: são particulares que assumem todo o processo, cabendo à autarquia municipal, o SERVIÇO DE SANEAMENTO AMBIENTAL DE SANTO ANDRÉ (SEMASA) o papel de agente fiscal.

Apesar de a coleta seletiva de lixo ser realizada de porta em porta, o SEMASA instituiu 13 “Estações de Reciclagem e Triagem”, operadas por cooperativas de catadores de papel e papelão, que reciclam nestas estações o que coletaram durante o dia. Estas estações também recebem o lixo reciclável que não é recolhido pelos caminhões, como móveis e componentes metálicos. O principal objetivo do SEMASA com estas estações é empreender programas de inclusão social e geração de renda – obtida com a venda do material pelas cooperativas, que o reparte com os associados.

FOTO 03 – ENTORNO DO ATUAL ATERRO (ATERRO SÃO JORGE)

O serviço de coleta atinge toda a população residente (inclusive aquela em núcleos de favelas, que deposita o lixo em containers que são removidos pelos caminhões), utiliza

240 pessoas (o total dos empregados que operam a usina de lixo e as equipes dos caminhões) e coleta 634.58 toneladas de lixo domiciliar/dia (SEMASA, 2001). Também são coletadas 4.18 toneladas/dia de lixo hospitalar e 85.44 toneladas/dia de lixo municipal. Apenas 17.97 toneladas/dia (2,81% da produção) são reciclados, e este valor não inclui o que é processado nas cooperativas. Na cidade são ainda produzidos 16.08 toneladas/dia de lixo industrial, e sua destinação final é de responsabilidade do produtor. A produção de lixo per capita /dia em Santo André, de acordo com estes dados, é de 1,03 Kg / hab /dia.

Mesmo este aterro já se encontra próximo de seu ponto de saturação (já há 18 camadas de lixo, cerca de 4 milhões de toneladas enterradas no local desde seu início), e são empreendidas tentativas de prolongar sua vida útil e adiar seu encerramento: estuda-se a possibilidade de verticalizar o depósito de resíduos, estendendo em mais 15 anos a sua vida útil. Apesar de cara, esta solução pode ser a única saída para o sistema de coleta de lixo e disposição final de resíduos em Santo André porquê:

- Não existem mais áreas de grande porte (públicas e particulares) capazes de receber este tipo de equipamento urbano.
- A Lei de Proteção aos Mananciais restringiu ainda mais a oferta de áreas urbanizáveis em Santo André (64% da área do município encontram-se dentro das restrições desta lei).

As principais características desta fase são as seguintes:

- **Concentração:** existe apenas um local para a disposição final dos resíduos sólidos no município, ao contrário das outras fases, onde ocorria a dispersão dos locais (a “disposição difusa”, esparramada pelo município).
- **Terceirização:** o Poder Público deixa de executar o serviço, e o repassa a terceiros. O Poder Público e as empresas concessionárias elaboram em conjunto o modo de operação do serviço, e o Poder Público fiscaliza a atuação das empresas.
- **“Qualidade”:** o sistema utiliza práticas adequadas de engenharia soluções avançadas no gerenciamento do aterro e manejo de resíduos, como drenagem de gases e percolado.
- **Organização em rede:** ao contrário das outras fases, nesta são instituídas estações de coleta e reciclagem – que funcionam como elementos auxiliares do aterro sanitário, ao reciclar materiais que seriam encaminhados ao aterro sanitário.
- **Ciclo completo:** o aterro sanitário utilizou (em um período de suas atividades) o ciclo completo, combinando as ações de reciclagem, compostagem e coleta seletiva.

- **Abrangência:** o sistema de coleta atende toda a população de Santo André (nas fases antigas, regiões afastadas de Santo André não eram atendidas).
- **Sequenciamento:** adoção de medidas em série, destinadas a prolongar a vida útil do aterro sanitário, como a *coleta seletiva de lixo* (2.81% do lixo total recolhido diariamente), *compostagem de resíduos orgânicos* e *verticalização do maciço sanitário* (disposição de novas camadas de lixo sobre camadas já encerradas).

Esta fase atual, cujo ciclo se encerrará em breve, com o final das atividades do atual aterro sanitário, será identificada pelo esgotamento do sistema de coleta e disposição de resíduos em operação, uma vez que não há áreas disponíveis para a implantação de aterro sanitário com longa vida útil.

A evolução urbana municipal exerceu grande influência na implantação do sistema de coleta e disposição final de resíduos sólidos em Santo André (muitas das soluções adotadas foram *impostas* pela realidade urbana local: escassez de grandes áreas, mancha urbana de crescimento rápido, disposição em locais “urbanos”).

A evolução urbana – caracterizada pela expansão das áreas urbanas devida ao crescimento populacional irá culminar no *processo de incorporação de aterros*, conforme exposto no capítulo 06.

MAPA 10 – EXPANSÃO DA MANCHA URBANA (FINAL DA DÉCADA DE 1990) MOSTRANDO INCORPORAÇÃO DE LOCAIS À MANCHA URBANA – organizado pelo autor.

O mapa n.º10 demonstra a incorporação dos locais ao tecido urbano, quando muitos destes locais serão transformados em praças e áreas de lazer : esta transformação ocorre pela carência de grandes áreas em Santo André (o solo urbano disponível está praticamente ocupado) e foi a solução adotada pelo Poder Público municipal para utilizar os espaços deixados pelos aterros após o final de sua útil.

5 TIPOS DE DISPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS E SEUS EFEITOS NO AMBIENTE.

A coleta e disposição final de resíduos sólidos são uma grande ferramenta de saneamento e higiene de áreas urbanas, por remover grandes volumes de dejetos que, deixados sem tratamento, serviriam como criadouros para uma série de vetores mecânicos (animais e insetos que funcionam como agentes transmissores de uma série de doenças), como ratos, moscas, pulgas e mosquitos.

Além dos resíduos produzidos pela população e pelas atividades econômicas, a coleta do “resíduo urbano” (material recolhido de varrição de ruas e coleta da poluição difusa – detritos de construção abandonados em vias públicas, restos de móveis e outros materiais) é fundamental para aliviar o sistema de drenagem superficial urbana, por impedir que a poluição difusa obstrua as canalizações e captos de águas pluviais.

A produção de resíduos sólidos (função direta do tamanho da população envolvida) apresenta tendências de crescimento (há aumento da produção per capita – ver gráfico 02, *evolução da população x produção de lixo, 1980-2000*), e o grande volume de resíduos produzidos contribui para a degradação ambiental (HILST, G.R.; 1972) por sobrecarregar o sistema de coleta e tratamento. A produção crescente de resíduos também é preocupante pela escassez de áreas adequadas para a disposição final de resíduos: além de caras, as áreas disponíveis para acomodar equipamento urbano destas dimensões são raras. E a produção de resíduos sólidos (e todo o sistema

necessário para seu funcionamento incluindo coleta e tratamento) provoca deterioração ambiental das áreas urbanas vizinhas, pois:

- A elevada densidade demográfica e a variedade de atividades conduzem à produção de poluição muito maior e mais variada do que o espaço rural.
- Como a produção de resíduos é elevada (e com tendência de crescimento), a capacidade do meio ambiente (espaço físico, atmosfera e águas superficiais) de assimilarem os dejetos físicos e gasosos é constante.
- As superfícies disponíveis para a disposição final de resíduos sólidos são reduzidas por causa de sua utilização para outros usos.

Estes são alguns dos efeitos que os aterros sanitários provocam no solo urbano, que tem sua situação de equilíbrio (crescimento – lento ou acelerado – seguindo tendências já definidas – ver *nota 08*) alterada pela implantação deste grande equipamento urbano.

Estes efeitos são chamados de *Impactos Ambientais* porque geram desequilíbrio (temporário ou permanente) no meio ambiente (TAUK, 2003). Assim, impacto ambiental é a alteração no meio ambiente (ou somente em algum de seus componentes, como o ar), provocada por determinada ação ou atividade. Esta alteração precisa ser quantificada porque apresenta variação relativa, podendo ser positiva, negativa, intensa ou superficial.

A deterioração ambiental provocada pelos locais de disposição final de resíduos sólidos é refletida nos impactos sofridos pelo ambiente que recebe estes locais: há aumento da presença de vetores mecânicos no local (ver *nota 09*), a degradação da massa de resíduos produz gás metano (cheiro) e chorume (líquido contaminante) que precisam de operações de engenharia para redução de sua ação patológica; ocorrem emissões de particulado e poeiras em suspensão pela operação do local; e outros impactos ambientais.

Os impactos ambientais afetam a população de modo direto e indireto: de modo *direto* pelo contato com materiais contaminados por agentes patológicos, e de modo *indireto* pela ação de vetores mecânicos que proliferam nos locais de disposição final (HANKS, T.G; 1967).

Estes impactos ambientais são **minimizados** por uma série de medidas de engenharia e procedimentos operacionais, ainda assim estes impactos afetam as áreas vizinhas a estes locais de disposição final.

Os resíduos sólidos causam grandes impactos nas áreas que os recebem, deve-se observar o que é feito com os resíduos sólidos, e duas grandes soluções são empregadas: **incineração** e **aterramento**. A **incineração** é simplesmente a queima de resíduos a altas temperaturas (de modo a esterilizar o composto – matando elementos patogênicos que possam causar riscos à saúde – e também para reduzir seu volume), e

suas cinzas estéreis são depois **enterradas**. O **aterramento** subdivide-se em dois grupos: os lixões e os aterros sanitários. Ambos grupos produzem impactos no ambiente: a queima de resíduos libera toxinas e furanos (elementos capazes de provocar câncer) na atmosfera, e o aterro de resíduos exige um complexo sistema de controle e monitoração para evitar vazamentos de gases e líquidos para o ambiente.

Estes impactos tornam-se mais severos hoje em dia porque muitos dos locais de disposição final estão inseridos no meio do tecido urbano, afetando diretamente estas áreas (muito dos impactos supracitados tem sua intensidade amplificada por estarem em locais de densidade populacional mais elevada do que os locais de disposição final que se localizam em áreas periféricas ou rurais).

O estudo destes impactos é recente e ganhou impulso com a *RESOLUÇÃO CONAMA N.º 5 de 05/08/1993*, que instituiu toda a série de procedimentos destinados a minimizar estes impactos. Então podemos deduzir que, antes da Legislação Federal (e antes da criação da CETESB em 1976), os impactos (e seus efeitos sobre o ambiente) eram relevados e considerados “efeitos colaterais” do desenvolvimento econômico de uma região (DAVIS, M.L.; CORNWELL, D.A, 1991). Estes impactos não deixaram de existir: após o final de sua vida útil, muitos dos locais de disposição final que não possuem nenhum tipo de tratamento apresentam ondulações no terreno (provocadas pela impossibilidade do gás metano - produzido pela degeneração do maciço de resíduos – escapar para a atmosfera), há “vazadouros” (floração de chorume) na base dos

maciços de lixo e o maciço é instável, com risco de colapso em sua estabilidade estrutural. Como exemplos destes impactos ambientais podemos citar:

- Emissão de gases produzidos pelo maciço de resíduos
- Proliferação de vetores mecânicos (pulgas, moscas, ratos, mosquitos, pombos) no local.
- Sobrecarga no sistema viário local, pelo aumento do tráfego de caminhões.
- Riscos de contaminação de águas superficiais e subterrâneas.
- Aumento do material particulado em suspensão.
- Processos erosivos nos maciços sanitários e taludes de solo
- Escorregamento de massa devido à instabilidade do maciço
- Reconformação topográfica e paisagística.

Estes são os impactos ambientais que ocorrem apenas no **meio físico** (constituído por solos, águas e atmosfera), ocorrem outros impactos ambientais, de mensuração

indireta (como os que ocorrem nos meios biótico e antrópico, onde as avaliações são feitas por estimativa das consequências).

Cada solução para a disposição final de resíduos provoca impactos ambientais distintos, e a intensidade destes impactos varia em função da localização destes locais (um local para disposição final inserido no tecido urbano tem impactos sentidos de modo mais intenso do que aqueles situados em locais distantes). E os locais para disposição final de resíduos sólidos disputam as terras urbanas com outros usos: residencial, comercial, industrial e lazer entre outros.

As principais soluções para a disposição final no solo de resíduos sólidos, e que foram empregadas em Santo André são os **lixões** e os **aterros**, que possuem características distintas e produzem efeitos distintos no meio ambiente.

5.1 Lixões

Os lixões são caracterizados pela descarga de resíduos em depressões ou terrenos baixos da cidade, sem a menor preocupação sanitária (também são conhecidos por *vazadouros a céu aberto*). Seus custos de operação são baixos (além da grande capacidade de absorção diária de resíduos), e a contrapartida destes baixos custos são a grande poluição local (de ar, águas subterrâneas e solo), os riscos para a saúde da população (a presença e proliferação descontrolada de vetores e agentes patogênicos),

o risco de incêndios (pela produção de metano e ausência de drenagem para o gás) e de desabamentos do maciço sanitário (que não é compactado adequadamente), a *desvalorização das terras próximas e a atração para formação de favelas* (DA LUZ, F.X.R.; 1969).

A única “novidade” utilizada pela Prefeitura Municipal de Santo André foi cobrir os lixões com terra, *criando espaços* para a utilização pelo Poder Público: todos os locais utilizados para a disposição de resíduos sólidos até a inauguração do Aterro Sanitário foram “formatados” e cobertos com terra vegetal e incorporados ao tecido urbano.

FOTO 04 –EXEMPLO DE LIXÃO EM GUARAPUAVA (PR) FONTE: DIARIO DO SUDOESTE

A incorporação destes terrenos ao tecido urbano ocorreu apesar dos riscos inerentes a este tipo de solução (lixões): não há qualquer tipo de controle ou monitoramento nos locais – apesar de todo tipo de lixo ter sido depositado no local, inclusive resíduos industriais tóxicos.

Os lixões em Santo André já estão encerrados e incorporados ao tecido urbano, mas aqueles lixões que ainda recebem a descarga de resíduos apresentam mais problemas,

de ordem sócio-econômica: várias pessoas utilizam o lixão para obter renda pela coleta de materiais em lixões, e elas ficam expostas à ação dos vetores patogênicos acima descritos.

A produção do *chorume* (líquido negro e altamente infectante que penetra no solo e atinge as águas subterrâneas, contaminando as minas e fontes – ver abaixo) continua mesmo depois do encerramento da vida útil do lixão, tornando estas áreas locais de risco para a população.

Uma *variação* dos lixões é o **aterro simples recoberto**, que representa “um avanço em relação ao lixão. O lixo, tão logo chega, é descarregado do caminhão e coberto por uma camada de terra que impede o seu contato com vetores mecânicos (ratos e insetos). Com o tempo, o lixo se decompõe e gera gases combustíveis (metano) e um líquido escuro chamado “chorume “. Este líquido é mais poluidor que o esgoto sanitário, e que seguramente vai poluir o lençol freático da região não só com matéria orgânica, mas com metais pesados e outros produtos existentes no lixo.” (BOTELHO, M .H. C.; AZEVEDO NETTO, J.M., 1991).

Pela descrição acima, observamos que ambas soluções para disposição final de resíduos sólidos produzem impactos severos sobre o meio físico (urbano).

5.2 Aterros sanitários

Os aterros sanitários representam uma evolução em relação aos aterros simples, porque existe método na sua operação: há planejamento da ocupação da área e da movimentação de materiais – utilizando o próprio trânsito das máquinas na compactação do lixo já disposto. O aterro deve dispor de sistema de drenos (de líquidos e de gases) para impedir sua extravasão para o meio físico. O “chorume” é colhido e encaminhado para tratamento (similar ao para águas servidas) em lagoas de estabilização. Quando sua capacidade física estiver esgotada é “possível ser arborizado e receber um tratamento paisagístico”. (BOTELHO, M. H. C.; AZEVEDO NETTO, J.M.1991.).

A *NORMA BRASILEIRA REGISTRADA N. ° 13896/97* (ABNT, 1997) define aterro sanitário como “forma de disposição final de resíduos urbanos no solo, através do confinamento em camadas cobertas com material inerte, geralmente solo, segundo normas operacionais específicas, de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança”.

A *CETESB* (1990) trata aterro sanitário como “um processo utilizado para a disposição de resíduos sólidos no solo, particularmente lixo domiciliar, que fundamentado em critérios de engenharia e normas operacionais específicas, permita a confinação segura, em termos de controle da poluição ambiental e proteção ao meio ambiente”.

O *Manual de Saneamento* (BRASIL, 1999) cita também que “áreas com depressões próximas às cidades podem ser utilizadas como aterros e depois recuperadas” – as soluções recomendadas para a recuperação das áreas resumem-se à sua utilização para funções de lazer: parques, praças esportivas e locais de recreação cujas estruturas não descarreguem grandes cargas no solo.

O aterro sanitário pode ser descrito como “uma técnica de disposição final de resíduos sólidos no solo, sem causar moléstias ou riscos à saúde e segurança pública, tampouco prejudica o meio físico durante sua operação ou depois de terminada sua vida útil” (JARAMILLO, J.; 1991).

Assim, conforme exposto acima, o aterro sanitário utiliza princípios de engenharia para confinar os resíduos na menor área possível, cobrindo-os com terra diariamente (a camada de terra deve ter 20 cm de espessura) e compactando-os para reduzir seu volume, e instalando sistemas de drenagem para líquidos e gases produzidos pelos aterros (O maciço sanitário do aterro é “vivo” porque produz gases e líquidos que precisam ser drenados para não por em risco o meio físico e a segurança e saúde da população).

Os aterros sanitários são classificados em 02 grandes grupos, definidos pelas suas características topográficas ou pelo modo de operação:

- **Aterros definidos pela topografia:** Aterros de Superfície, Aterros em valas e Aterros em depressões e ondulações.
- **Aterros definidos pelo modo de operação:** Aterros operados pelo método de rampa, Aterros operados pelo método de trincheira e Aterros operados pelo método da área (ver nota 10.).

FIGURA 06 – ATERRO SANITÁRIO – FONTE: TECNOHIDRO ENG^a AMBIENTAL

Há uma série de fatores estabelecidos para a escolha de locais para aterros – preço da terra, localização, direção de ventos predominantes, áreas de empréstimo próximas – mas em função da escassez de grandes áreas no interior do tecido urbano, capazes de receber este tipo de equipamento, a escolha dos locais para implantação destes equipamentos urbanos é feita entre as sobras (vazios) de terreno existentes. Esta escolha dos locais para implantação de aterros sanitários é feita entre terrenos situados acima e abaixo do nível do terreno, conforme os critérios estabelecidos na Tabela 05) (BOTELHO, M. H. C.; AZEVEDO NETTO, J.M.1991.).

Em função das características topográficas da Região do Grande ABC (“mar de morros”), os aterros sanitários em operação (São Jorge e Lara) e aqueles já encerrados; todos – sem exceção – foram instalados em terrenos cuja cota inicial situava-se abaixo do nível do plano da rua.

Muitos dos Aterros Sanitários em operação utilizam uma espécie de “ciclo combinado”, que é a utilização conjunta de outras operações destinadas a minimizar o volume de resíduos a serem dispostos no solo. Estas operações conjuntas são a **coleta seletiva**, a **reciclagem** e a **compostagem**.

Em ambas definições, observamos a noção de **processo**: uma operação de engenharia com começo, meio e fim.

PARÂMETROS	TIPO DE ATERRO SANITÁRIO	
	ACIMA DO NÍVEL DO TERRENO	ABAIXO DO NÍVEL DO TERRENO
Topografia	Declividades entre 4% e 30%	Declividade máxima de 10%
Solo	Predominantemente argiloso, impermeável e homogêneo	Argiloso, impermeável e homogêneo, com consistência que permita escavações.
Distância dos corpos d'água superficiais	Mínima de 200,00m	Mínima de 200,00m.
Profundidade do lençol freático	* Solos argilosos: mínimo de 3,00m. * Solos arenosos: mínimo de 5,00m.	A profundidade deve ser contada a partir da base escavada: * Solos argilosos: mínimo de 3,00m. * Solos arenosos: mínimo de 5,00m.
Distância das residências	* Mínima de 500,00m para residências isoladas. * Mínima de 2000,00m para comunidades.	* Mínima de 500,00m para residências isoladas. * Mínima de 2000,00m para comunidades.
Dos ventos Ação	* Não transportar particulado e odores para as comunidades.	* Estabelecer barreiras para evitar transporte de particulado e odores para as comunidades.

TABELA 05 – PARÂMETROS PARA SELEÇÃO DE ATERROS SANITARIOS. FONTE: FUNASA (1999)

Uma evolução do aterro sanitário é o **aterro energético**, com aproveitamento da produção de gases para geração de energia (5.800Kcal/Kg m³ de lixo) em pequenas termoelétricas e reaplicação do chorume drenado no maciço sanitário, para aumentar sua biodegradação. Esta energia pode gerar 9MWh/mês para cada tonelada de lixo orgânico (REVKIN, 2001b).

5.3 Resíduo Depositado e Impacto Ambiental Correspondente

Cada tipo de resíduo depositado em um lixão ou em um aterro sanitário produz um **efeito característico correspondente**: matéria orgânica produzirá principalmente gás metano (biogás) e resíduos industriais (areia de fundição, por exemplo) têm em sua composição metais pesados que lixiviam e contaminam as águas subterrâneas. O efeito da ação de cada tipo de resíduo quando ultrapassa valores limites de tolerância e segurança é denominado impacto (TAUK, 2003).

Os impactos possuem maturação distinta: alguns são sentidos de imediato, alguns apenas anos depois de encerradas as atividades do local de disposição de resíduos sólidos; e estes impactos variam em função da escala de produção de resíduos (para cargas maiores de resíduos, impactos que mal seriam notados tornam-se importantes). Muitos processos de engenharia são aplicados a estes locais (durante a sua fase de operação e após seu encerramento) para minimizar ou eliminar os impactos produzidos pela disposição dos resíduos sólidos.

5.3.1 Produção de Gases

Nos aterros sanitários, cerca de 53.00% do material depositado tem origem orgânica, principalmente restos de alimentos e materiais de varrição de ruas e limpeza de feiras livres (IPT/CEMPRE, 1995). Este percentual diz respeito à cidade de São Paulo, outras cidades – com características distintas – terão a composição de seu lixo diferente. Esta massa orgânica decompõe-se, e o principal impacto causado pela disposição de matéria orgânica é a produção de gás (*ver nota 11*).

Os gases emanados de um aterro sanitário são em sua maioria tóxicos e prejudiciais ao equilíbrio de ecossistemas, e são produzidos pela degradação anaeróbica da matéria orgânica (fermentação dos compostos, que produz mau cheiro). A degradação da matéria orgânica produz metano e, em menor quantidade, dióxido de carbono (*ver tabela 06*).

FIGURA 07 – MÉTODOS PARA DRENAGEM DE GASES EM ATERROS
FONTE: CARTILHA DE LIMPEZA URBANA (2005).

COMPONENTES	CONTEÚDO (VOL.%)
Metano (Ch ₄)	40 – 60
Dióxido de carbono (CO ₂)	30 – 40
Nitrogenio (N ₂)	0 – 15
Oxigênio (O ₂)	0 – 5
Sulfuretos	0 - 100mg/m ³
Cloretos	20 - 200 mg/m ³
Amônio	0 - 10 mg/m ³
Água	Saturo
PCI (cloreto de fósforo)	14 - 21 mj/m ³

TABELA 06 – GASES PRODUZIDOS PELA MATÉRIA ORGÂNICA E COMPOSIÇÃO EM VOLUME
(FONTE: GEOQUÍMICA CONSULTÓRIA EMPRESARIAL – 2003)

A produção destes gases tem início cerca de 01 ano após a sua disposição no solo, aumenta durante toda a vida útil do aterro – atingindo seu pico na fase de encerramento e decai gradualmente até se encerrar por completo cerca de 05 anos após o final do aterro sanitário (o dióxido de carbono tem sua produção iniciada antes do metano, cerca de 02 a 03 anos antes). (AHU – GTZ, 2003).

O gás metano, mesmo sendo um composto biológico, é mau-cheiroso e extremamente incômodo, o grande impacto produzido pela sua produção é o incômodo à vizinhança. Em Santo André, com praticamente nenhuma área vazia no tecido urbano, os antigos aterros estão inseridos no tecido urbano – e o atual aterro é vizinho de áreas densamente povoadas.

5.3.2 Produção de Líquido Percolado (Chorume)

Outro grande impacto produzido pela decomposição do material sólido (orgânico e inorgânico) é a produção do chorume, líquido que apresenta elevada demanda por oxigênio. Este líquido é formado pela digestão de matéria orgânica sólida por ação de enzimas (que têm a função de solubilizar a matéria orgânica para que possa ser digerida) produzidas por bactérias. A umidade tem grande influência na formação do chorume, já que um alto teor de umidade favorece a decomposição anaeróbica.

O chorume é tóxico e lixivia, carregando no processo vários contaminantes dos materiais presentes no aterro (ver tabela 07).

ÍONS	ORIGEM
Na ⁺ , K ⁺ , Ca ²⁺ , Mg ²⁺	Material orgânico, entulhos de construção, cascas de ovos.
PO ₄ -3, NO ₃ -, CO ₃ -2	Material orgânico
Cu ²⁺ , Fe ²⁺ , Sn ²⁺	Material eletrônico, latas, tampas de garras
Hg ²⁺ , Mn ²⁺	Pilhas comuns e alcalinas, lâmpadas fluorescentes
Ni ²⁺ , Cd ²⁺ , Pb ²⁺	Baterias recarregáveis (celular, telefone sem fio, automóveis)
Al ³⁺	Latas descartáveis, utensílios domésticos, cosméticos, embalagens laminadas em geral
Cl-, Br-, Ag+	Tubos de pvc, negativos de filmes e raio-x
As ³⁺ , Sb ³⁺ , Cr ³⁺	Embalagens de tintas, vernizes, solventes orgânicos

TABELA 07 – ÍONS PRODUZIDOS PELA LIXIVIAÇÃO DE ALGUNS MATERIAIS PRESENTES EM ATERROS SANTIÁRIOS

(FONTE: GEOQUÍMICA CONSULTORIA EMPRESARIAL – 2003).

Estes íons, carregados para o interior do solo pela ação da chuva, produzem as seguintes ações no meio físico:

- Irão alterar o pH do solo, geralmente tornando-o ácido em excesso.
- Muitos destes íons são metais pesados, que se depositarão no lençol freático, contaminando os mananciais de água.
- Ao atingir o lençol freático (contaminando-o), estes íons são por ele transportados e podem atingir áreas agrícolas, sendo absorvidos pelas raízes de lavouras comerciais.

A produção do chorume depende do sistema de drenos do aterro e do regime e intensidade de chuvas do local, mas sua maturação é similar à do gás metano: cerca de 01 ano após a disposição do material no solo tem início a produção – que é constante, não apresenta picos durante a vida útil do aterro – que se encerra cerca de 05 anos após o final do aterro.

5.3.3 Problemas de Geotecnia

Problemas de geotecnia estão relacionados à estabilidade do maciço sanitário e tendem a aparecer após o encerramento da vida útil do aterro sanitário: procedimentos

inadequados de engenharia (compactação incorreta das camadas de resíduos, espessura inadequada de recobrimento com material inerte) e as próprias características do material depositado (com pouca capacidade de carga) provocam depressões e escorregamentos no maciço sanitário. Além disto, com o tempo, a degradação do lixo orgânico reduz seu volume, provocando ajustes no solo (o solo cede para se ajustar á nova situação de equilíbrio).

A pouca capacidade de carga dos aterros sanitários encerrados limitam as soluções para aproveitamento dos locais: geralmente são praças e “propostas de lazer como playgrounds”, e estes locais – após seu encerramento e mesmo com este tipo de ocupação – “requerem a monitoração da produção de gases, medição dos recalques do maciço e a recuperação contínua da cobertura de material inerte, para impedir o afloramento do maciço sanitário e a destruição do sistema de drenagem” (DAVIS, M.L.; CORNWELL, D.A , 1991).

O surgimento de depressões, escorregamentos e fraturas no maciço sanitário dependem muito da manutenção existente no local e do regime e intensidade de chuvas na região: estes problemas aparecem depois do encerramento do aterro, e a sua maturação é bem mais lenta.

O surgimento de problemas de geotecnia pode ser acelerado se, após o encerramento da vida útil do aterro, ele for submetido a situações de estresse como disposição de

construções além da capacidade de carga do maciço sanitário (construção de equipamentos urbanos grandes como ginásios).

5.3.4 Resíduos Hospitalares e Resíduos Tóxicos

A disposição de resíduos hospitalares e resíduos tóxicos de atividades industriais em aterros sanitários comuns foi proibida apenas em 1976 com a Lei de Proteção aos Mananciais – *ver nota 22* , antes desta data estes resíduos eram misturados aos outros.

Os resíduos hospitalares concentram elevado número de agentes patogênicos (dioxinas e furanos) presentes em praticamente tudo que é descartado em um hospital: membros amputados e órgãos retirados, restos de comida, materiais utilizados em procedimentos cirúrgicos e ambulatoriais). Estes resíduos são digeridos de modo similar ao que ocorre com a matéria orgânica, mas os compostos liberados (dioxinas e furanos) têm alta carga tóxica. Também em sua composição estão presentes muitos agentes patogênicos (micro-organismos e algumas larvas e vermes) que podem sobreviver por dias na massa de resíduos, que infectam por **simples contato** e por isto são ameaçadores (ver tabela 08 – agentes infectantes e contaminantes presentes nos resíduos hospitalares.)

A produção de resíduos infectantes em um hospital é reduzida: um hospital com 156 leitos e produção de 600 cirurgias/mês, 1.500 internações/mês e 10.000

atendimentos/mês; um hospital deste tipo gera mensalmente 9 toneladas de resíduos infectantes (300 kg /dia ou 1.92 kg/leito/dia – *RAFAEL, L..F.A., 2002*). Apesar do pequeno volume, a capacidade de impactar o meio ambiente com estes resíduos é tremenda – ver tabela 08.

A legislação estadual paulista (CETESB, 1995) impede a queima destes resíduos, adotando como método de esterilização o bombardeio com radiação ultravioleta, tornando o resíduo inerte e apto para a disposição final em aterro sanitário.

A queima é proibida porque a temperatura dos fornos de incineração de resíduos (ciclo duplo, com 02 câmaras de incineração) não atinge temperatura suficiente (segundo a CETESB) para neutralizar elementos patogênicos presentes no lixo. Além disto, a queima reduz o volume a ser encaminhado ao aterro sanitário, já que apenas cinzas para lá são encaminhadas.

Os resíduos industriais apresentam principalmente em sua composição benzeno e compostos organo-clorados, responsáveis por mutações genéticas e com ação cancerígena. O **benzeno** é utilizado em processos industriais para a fixação de compostos em cadeias orgânicas (muito utilizado em inseticidas) e é a “substância de ação carcinogênica mais intensa do mundo “ (CARVALHO, A E. et al., 1995). A exposição crônica ao produto é bastante prejudicial ao organismo, pois seus “subprodutos são altamente tóxicos e se depositam na medula óssea e nos tecidos

gordurosos. Não há limite seguro à exposição, e a simples presença do produto no ambiente traz riscos à saúde”

ORGANISMO	TEMPO DE VIDA (DIAS)	PATOLOGIA ASSOCIADA
Salmonella typhi	29 - 70	Tifo
Entamoeba histolytica		Doenças do Sistema Digestivo
Ascaris Lumbricoides	2000 - 2500	Ascariase
Leptospira Interrogans	15 - 43	Leptospirose
Poliovirus	20 - 170	Poliomelite
Bacilo Tuberculose	150 - 180	Tuberculose
Larvas / Vermes	25 - 40	Doenças do Sistema Digestivo

TABELA 08 – PRINCIPAIS IMPACTOS PRODUZIDOS PELO LIXO HOSPITALAR
FONTE: ORGANIZADA PELO AUTOR

Estes poluentes químicos são classificados como POP – *POLUENTES ORGÂNICOS PERSISTENTES*, e além do potencial mutagênico, sofrem decomposição no solo pela ação de bactérias, podendo transformar-se em gases explosivos como o metano. Os principais POP's são os seguintes: aldrin, dieldrin, endrin (pesticidas), DDT, heptaclor, HCB, mirex (inseticidas), PCB, dioxinas e furanos (resíduos industriais de processos de oxidação e ozonólise industriais).(Tab. 09).

SUBSTÂNCIA POLUENTE	ORIGEM	EFEITOS À SAÚDE
Aminas aromáticas	Indústria Química	Câncer de bexiga
Amônia	Matéria prima para fertilizantes	Câncer de fígado, abortos, má formação congênita
Ascarel (polifenila bicromada)	Transformadores alta tensão	Reações inflamatórias de vias aéreas
Benzano	Refinarias de petróleo, siderúrgicas e indústria química	Leucemia, leucopenia, anemia e plaquetomia
Cloreto de vanila	Indústria química de plásticos	Câncer de fígado
Cloro (cl2)	Indústria química	conjuntivite e asfixia
Formaldeído	Indústria química e textil	Câncer e irritação nos olhos
Tolueno e xileno	Solventes, tintas e colas	Irritação em olhos, nariz e garganta

TABELA 09 – POLUENTES INDUSTRIAIS – FONTE: ORGANIZADO PELO AUTOR

5.4 Espacialização dos Efeitos

Um bom modo de observar a ação de todos estes impactos ao longo da vida útil de um aterro é dispor, na forma de gráfico (Gráfico 04), a ação e a duração destes impactos. Os impactos supra citados foram separados em grandes grupos:

- Gás Metano (emanação malcheirosa do biogás)
- Produção de Chorume
- Geotecnia (escorregamentos, solapamentos e desmoronamentos do maciço sanitário)
- Contaminação por sépticos e tóxicos
- Sobrecarga do sistema viário local (tráfego de caminhões)

- Aumento do particulado em suspensão (material contaminante e infectante que pode atingir áreas urbanas)
- Aumento do nível de ruído local (causado pelo tráfego de caminhões)

Estes grandes grupos foram constituídos pela facilidade de observação da ação dos impactos produzidos: a cada grupo foi relacionado o impacto correspondente, e seus efeitos (a ação dos impactos) como cheiro, desmoronamento e contaminação de águas podem ser observados de modo direto e com poucos instrumentos.

Também foi adotada a idade útil de 30 anos para o aterro sanitário, que é a média adotada nos estudos de impacto ambiental para este equipamento urbano – a idade média pode ser ampliada para mais 05 ou 07 anos se existir o “ciclo combinado” no sistema de coleta de resíduos sólidos: coleta seletiva e compostagem, que diminuem o volume de resíduo a ser destinado para o aterro sanitário.

Os demais impactos (proliferação de vetores, reconformação paisagística, alterações da topografia) têm seu efeito com ação local, praticamente se restringindo ao espaço ocupado pelo aterro e sua vizinhança imediata.

O tempo de ação e a intensidade presumida destes impactos foram estimados pelo escritório central de gerenciamento do meio ambiente (*AHU - GTZ – Deutsch Gesellschaft Fur Technische Zusammenarbeit*) do Governo da República Federal da Alemanha; aqui apenas foram dispostas em forma de gráfico as informações obtidas

pelos estudos daquele escritório, adaptando as relações de causa e efeito (tipo de resíduo x tipo de impacto produzido) para o tipo de resíduo depositado em Santo André. A Agência de Proteção do meio Ambiente do governo dos Estados Unidos da América (EPA – *Environmental Protection Agency*) também desenvolveu trabalhos nesta área, estudando os efeitos dos aterros na cidade de Pittsburgh (EPA, 2002).

Estes estudos *estimam* o que pode ocorrer com a disposição de determinado tipo de resíduo no solo: qual é a ação (impacto) que este resíduo produzirá no meio ambiente, a partir de quando e por quanto tempo este impacto agirá (a “perenidade” de sua ação).

FIGURA 07 – CICLO DE OPERAÇÃO DE UM ATERRO FONTE: TECNOHIDRO ENGª AMBIENTAL

5.5 Medidas de Monitoramento e Controle

Durante a fase de operação do aterro (sua vida útil), vários instrumentos são utilizados para monitorar o seu desempenho, como medição da produção de gás, conferência de recalques no maciço sanitário, volume de chorume coletado e tratado. Estas medidas visam monitorar o comportamento do maciço sanitário e a qualidade das águas, e os mais utilizados são os seguintes:

- Monitoramento de recalques do maciço sanitário com leitura topográfica de marcos superficiais espalhados pela área do aterro
- Piezômetros pneumáticos instalados sob a base do aterro para monitorar as pressões neutras da base
- Monitoramento de águas subterrâneas (coleta de amostras em poços que atravessam o aquífero) e análises laboratoriais) para verificar contaminação por infiltração de chorume e gases.
- Monitoramento de águas superficiais (também coleta de amostras de água, a jusante e a montante de cursos de água vizinhos ao aterro) para verificar ocorrência de contaminação por poluição difusa (poluentes levados pela chuva)

O gráfico nº 04 permite visualizar a perenidade dos impactos ambientais em um aterro, onde se percebe que muitos destes impactos continuam a se manifestar mesmo após o seu encerramento. Este gráfico foi montado a partir de informações coletadas nas agências ambientais do Estado de São Paulo (CETESB), Estados Unidos da América (EPA) e República Federal da Alemanha (AHU – GTZ), que possui os estudos mais evoluídos na área de recuperação ambiental.

Os dados relativos à duração de cada impacto ambiental foram obtidos, em sua maior parte, de medições realizadas em aterros encerrados na região industrial do Vale do Rhur, na Alemanha, iniciadas há cerca de 40 anos.

GRÁFICO 04 - IMPACTOS E SUA DURAÇÃO

OBSERVAÇÕES

1 - As informações do GTZ foram adaptadas para os aterros sanitários de Santo André: foi selecionado o tipo de lixo e impacto correspondente produzido pela sua disposição

2 - O lixo coleta em Santo André apresenta a seguinte composição:

- * 68% composto orgânico
- * 25% papel de escritório
- * 18% PET
- * 15% Plásticos Rígidos
- * 10% Filme Plástico
- * 3% Lata de aço
- * 1 % Alumínio
- * 1% Embalagens TETRAPAK
- * 0.5% Pneus

3 - Os efeitos do gás metano são reduzidos pela instalação de drenos e queimadores no aterro. Este sistema deve permanecer em funcionamento após o encerramento da vida útil do aterro porque a produção de gás é contínua.

4 - foram mostrados apenas os impactos com ação perene, isto é, que continuam a agir mesmo após o encerramento da vida útil do aterro.

FONTES:

- 1 - SEMASA - Serviço Municipal de Saneamento Ambiental de Santo André
- 2 - DPZ -

ORGANIZADO PELO AUTOR

6 A EVOLUÇÃO URBANA DE SANTO ANDRÉ SOB A AÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

6.1 Introdução

A cidade de Santo André, tanto para a análise de sua evolução urbana, como para o estudo do desenvolvimento de seu sistema de coleta, tratamento e disposição final de resíduos sólidos, apresentou para ambos quesitos quatro fases distintas.

Ao longo das quatro fases de coleta de resíduos foram identificados 14 locais para disposição final de resíduos (ver tabela 10 – “Disposição de Resíduos Sólidos”), dos quais 13 já encerraram suas atividades. A localização destes equipamentos ao longo das quatro fases de coleta seguiu à mesma mecânica de instalação que analisaremos agora. Não analisaremos a primeira fase de coleta de resíduos porque não existia local específico para destinação dos resíduos coletados: eram distribuídos para chacareiros, revelando a forte composição orgânica dos resíduos.

A estruturação da coleta e destinação final de resíduos sólidos em Santo André, a partir da segunda fase de coleta, indicou que as soluções adotadas seguiam a uma mesma rotina: afastar os locais de disposição da área urbana, eliminando com a distância 02 incômodos imediatos do lixo: odor e impacto visual.

6.2 A evolução urbana dos primeiros locais

Não foi possível precisar a data em que os resíduos coletados pelo Poder Público Municipal foram encaminhados a um **local específico, destinado para este fim**. Em entrevistas com antigos funcionários municipais que atuaram no serviço (*Fonte: Letícia da Silva, Técnica Ambiental, SEMASA – ver nota 12*), quatro locais situados em regiões distintas da cidade começaram a receber a carga de resíduos produzidos no final dos anos 1950, e foram utilizados até o início da década de 1980. (ver mapas 14 a 20 com todos os locais).

MAPA 11 – MANCHA URBANA DE 1960 SOBRE ARRUEAMENTO ATUAL
FONTE: AUTOR

Todos estes locais situavam-se fora da mancha urbana e impuseram um tipo de organização do sistema de coleta em função de sua localização: cada sítio recebia a carga produzida por cerca de 1/3 da cidade (ver nota 13). Suas características eram:

- Utilização de grandes áreas de propriedade pública, com topografia adequada (grandes depressões que são preenchidas pela disposição de resíduos)
- Descarga de toda a produção sem separação ou tratamento prévio (todo o lixo produzido no município – que possuía grande fração úmida e orgânica naquele período, cerca de 65% do total (estimativa: Manual de Gerenciamento Integrado, op. cit – ver nota 14.) – era despejado nestes locais)

Um destes locais (Aterro DAEE) desde seu início recebeu preferencialmente o despejo de resíduos industriais e o lodo proveniente da dragagem do Rio Tamanduateí. Esta é a única característica distinta dos demais locais, porque o aterro seguiu as mesmas características acima citadas.

A preferência pela periferia da cidade para a implantação destes locais é definida pela necessidade de “esconder” o lixo do cotidiano urbano (Obs.: Gilberto Amado – ver nota 15). A localização na periferia revela a concepção estática dos núcleos urbanos: o crescimento da cidade não atingiria os locais de disposição, ou seria muito lento – e os impactos ambientais provocados pelos aterros diluiria-se ao longo do tempo. A dinâmica da evolução urbana, em Santo André influenciada pelo crescimento

econômico (que funcionou como ímã populacional, atraindo 15.000 novos habitantes por ano no período 1950-1970), desmontou a “solução estática” de locais para disposição de resíduos situados longe das áreas urbanas.

Neste período, a população de Santo André era de cerca de 130.000 habitantes, a maioria concentrada na margem esquerda do Rio Tamanduateí – e observamos que os locais escolhidos para disposição de resíduos localizam-se na periferia *a uma distância média de 3 Km* da franja urbana. As vias de acesso aos locais de disposição irão funcionar *como eixos de expansão urbana*, ao conectarem os novos loteamentos à região urbanizada mais antiga. E esta transformação paisagística ocorre rapidamente: no começo da década de 1970, todos os locais estão inseridos na mancha urbana.

Estes locais estruturaram espacialmente a coleta e disposição final de resíduos na cidade: a *setorização* do serviço ocorreu em função da escala do serviço de limpeza pública municipal (que iniciava suas atividades), e cada local funcionou de modo independente do outro (existia apenas a coordenação central). A expansão acelerada da mancha urbana (impulsionada pelo crescimento da população) anexou estes locais ao tecido urbano, tornando o que era solução um problema a ser resolvido: os locais não estavam mais distantes das áreas urbanas, mas *dentro* delas.

Este tipo de equipamento urbano (os locais para disposição de resíduos) produz impactos ambientais significativos no meio físico, como (ver cap. 06):

- Recalques do solo, provocados por camadas diferenciadas: o lixo não é homogêneo e algumas vezes é disposto no solo em camadas de espessura variada (em função do tipo de terreno que o aterro ocupa). Como a compactação não é feita com rolos compactadores (e sim com tratores de lagarta), o solo possui muitos vazios e torna-se instável.
- Diminuição da umidade dos solos, com prejuízo para atividades agrícolas: os aterros ocupam grande superfícies horizontais, que são impermeabilizadas e drenadas para controle da poluição. Este procedimento rebaixa o lençol freático do local e de sua vizinhança, reduzindo a umidade natural dos solos.
- Instabilidade do terreno, sujeito a desmoronamentos e afundamentos: por não ser material homogêneo, a capacidade de carga dos solos é limitada, e ocorrem desmoronamentos quando a capacidade de carga é ultrapassada.
- Rebaixamento do lençol freático: em função da impermeabilização do leito do aterro (que ocupa grande superfície horizontal e precisa ser drenada para evitar contaminação). A drenagem diminui a contribuição para o lençol freático.

Todos estes impactos ambientais possuem relação com o uso do solo: a cada impacto pode-se correlacionar um efeito correspondente no uso do solo urbano.

Estas alterações no meio físico (que mudam as condições de equilíbrio existentes anteriormente à instalação do equipamento urbano) possuem a seguinte correspondência com o uso e ocupação do solo, como:

- Perda de pontos de captação de água (contaminação de fontes ou seca de fontes existentes)
- Redução das águas subterrâneas
- Danos às edificações (construções situadas sobre terrenos com pouca capacidade de carga)
- Mau cheiro proveniente da produção de metano
- Aumento de vetores mecânicos nas vizinhanças dos locais de disposição
- Enfermidades transmitidas por vetores mecânicos
- Queda do valor de propriedades próximas
- Aumento de tráfego de caminhões na vizinhança

Estas interferências no uso ocupação do solo não são constantes: algumas se manifestam durante o ciclo de vida útil do aterro e terminam quando o aterro é encerrado (tráfego de caminhões, por exemplo). Algumas se manifestam apenas após o encerramento do aterro (danos às edificações, mau cheiro do metano).

Esta correspondência ocorre por causa da natureza destes equipamentos urbanos, que possuem grande “inércia urbana” (são de transformação lenta e apresentam pouca mobilidade) e capacidade de modificação do meio urbano ao seu redor (antigamente, os aterros situavam-se em zonas rurais – como a 1.^a fase da coleta de lixo em Santo André – e seu resíduo era fundamentalmente orgânico. Assim, os impactos não eram percebidos diretamente no meio urbano).

O Poder Público Municipal ficou impossibilitado de continuar a utilizar estes locais por causa de:

- A população residente cobrava o final dos aterros. E o processo de evolução urbana de Santo André seguiu a mesma dinâmica observada na capital paulista: os loteamentos periféricos são “formatados” com o tempo em bairros típicos de classe média, que não queria saber de ser vizinha a um aterro.
- A desativação dos aterros permitira a valorização das propriedades (e a correção da planta genérica de valores).

- Os locais já estavam próximos de seu ponto de saturação.

Não se pode esquecer que os resíduos foram despejados sem os procedimentos recomendados pela boa prática de engenharia: os gases e líquidos não foram drenados, e a única prática de saneamento executada foi o recobrimento com terra. Muitas praças hoje apresentam problemas como decorrência destes procedimentos (ver fotos 1 a 3 do antigo aterro) : a praça João Dulcin (onde foi construído campo de futebol para clube amador) apresenta saliências na superfície (bolsões de gás) e afundamentos em suas laterais.

FOTO 05 – ATERRO JOÃO DULCIN. O ESPAÇO É UMA “PRAÇA”, ONDE FOI INSTALADO UM CAMPO DE FUTEBOL E APRESENTA UTILIZAÇÃO PARA LAZER: UM PARQUE OCUPA PARTES DO ANTIGO ATERRO.

Podemos dizer que os aterros, nesta fase, funcionaram como **agentes indutores da urbanização** ao se situarem em locais próximos da mancha urbana: atuaram como pólos do processo de urbanização porque as vias que a eles dão acesso foram utilizadas para aglutinar os parcelamentos de solo.

Uma vez incorporados ao tecido urbano, a sua **transformação** em outro tipo de equipamento urbano foi **induzida** pelo esgotamento de sua capacidade de carga e pela população residente. Esta transformação foi facilitada pelas características locais (que determinaram a sua transformação e a modificação do uso de solo), como adensamento populacional, propriedade pública do local e pressão política. (ver capítulo 07).

Esta fase apresenta as seguintes características:

- **Indução da urbanização:** a proximidade com o tecido urbano facilitou a ação dos aterros como pólos, onde ao longo das vias de acesso o solo urbano foi parcelado e ocupado.
- **Baixa tecnologia:** os resíduos eram despejados sem a aplicação de boas práticas de engenharia (dreno de gases, por exemplo). Apenas o recobrimento com material inerte era feito.
- **Absorção:** Todos os locais (exceto o Aterro Espírito Santo) estão integrados ao tecido urbano, mesmo que alguns apresentem impactos residuais (a produção de gás e os problemas de geotecnia são os principais problemas). Apenas a observação atenta possibilita a identificação de que nestes locais funcionaram aterros. Esta absorção será analisada em profundidade no capítulo 06.

Apesar dos impactos residuais presentes em muitos destes aterros (e o mais preocupante é o Aterro DAEE, que recebeu descarga de produtos tóxicos), todos foram incorporados plenamente ao tecido urbano. O único sem ocupação é o Aterro DAEE, que permanece cercado e sem utilização alguma – um grande vazio urbano de 10.000 m² próximo à divisa com São Caetano.

Apenas um local não foi incorporado de modo satisfatório ao tecido urbano: o Aterro Espírito Santo. Este local – de propriedade pública – foi invadido após seu encerramento, em 1981, e 1.400 famílias (SANTO ANDRÉ, SEC. DA HABITAÇÃO; 1999) ocupam o local (ver nota 16).

A invasão impediu a transformação do local (vizinho do atual Aterro São Jorge) em um grande equipamento de lazer, repetindo a solução adotada para os outros locais. A Secretaria da Habitação da PMSA informa que a invasão foi feita por 200 famílias expulsas de outro conjunto habitacional invadido em Santo André (o “Centreville”, destinado à população de classe média, cuja construtora quebrou e abandonou as casas semi-acabadas). As pessoas foram expulsas pelos invasores originais do conjunto habitacional.

Os impactos ambientais são bem severos no local, particularmente a emissão de gás metano e os problemas de geotecnia (há recalques no local e muitas das residências estão fissuradas). O reflexo no uso do solo aconteceu no mercado imobiliário: os preços dos imóveis vizinhos ao Núcleo Espírito Santo são bem menores do que em outros

locais similares. Este problema ocorreu por que não foi concluída a transformação do uso de solo (a mudança para algum equipamento urbano de lazer, solução padrão adotada em Santo André para o pós-uso dos aterros).

Este local é único que não foi absorvido pelo tecido urbano e permanece situado na franja da mancha urbana.

FOTO 06 – ENTORNO DO ATERRO ATUAL (ATERRO SÃO JORGE) NOS DIAS DE HOJE

FOTO 07– VISTA LATERAL DO ATERRO JOÃO DULCIN

6.3 A difusão: período de transição.

O esgotamento da capacidade dos antigos locais e a expansão contínua da mancha urbana (que já incorporara os locais em seu interior) decretaram o encerramento destes locais – que haviam perdido sua “viabilidade urbana”, ou seja: tornaram-se problemas e não mais soluções.

Em meados da década de 1970, o Poder Público Municipal decidiu construir um aterro sanitário capaz de receber toda a produção municipal de resíduos por um período estimado de 30 anos, e as obras do aterro tiveram início em 1979. Enquanto o novo local não estivesse disponível, os resíduos sólidos municipais foram dispostos em locais espalhados por toda a cidade. A *difusão* destes locais pela mancha urbana é a característica mais marcante desta fase, iniciada com o encerramento do último aterro da segunda fase.

Assim, a terceira fase do processo de coleta e disposição de resíduos sólidos em Santo André é uma fase breve, de transição para o modelo final (que é o aterro atual, que opera no “ciclo combinado”), que se inicia em 1980 e se encerra em 1986.

Nesta fase, 09 locais (05 de propriedade pública e 04 de propriedade particular), situados por toda a cidade – e a maioria estabelecida em áreas urbanas já consolidadas - receberam a produção total de resíduos do município (ver mapas 14 a 20 com todos os locais, e tabela 10).

Estes locais – ao contrário dos locais da fase anterior – não impuseram nenhum tipo de organização no sistema de coleta: a sua inserção no tecido urbano ocorreu sem o estabelecimento de qualquer plano de coleta; os terrenos ocupados eram aqueles disponíveis no momento. Neste período (1980), Santo André já ocupara praticamente todo o espaço disponível de seu território (não devemos esquecer que a Lei de Proteção aos Mananciais de 1976 amputou grande parte do território municipal da *ocupação legal* – ver nota 17) e os grandes terrenos vagos eram poucos. Enquanto os locais da outra fase – pelo seu porte e localização – atuaram como vetores de expansão urbana (apesar de sua então localização periférica, **fora** da mancha urbana, a mancha urbana os alcançou ao longo do tempo), estes locais foram distribuídos em locais já urbanizados, situados **dentro** da mancha urbana (já existia a articulação destas áreas com seus entorno, não foi necessário construir vias de acesso a estes locais para conecta-los à área urbana).

Apesar de breve, esta fase foi decisiva ao criar impactos que se manifestam até hoje em dia – e por disseminar a “solução padrão” para ocupar as áreas utilizadas pelos aterros quando eles são encerrados.

6.3.1 A evolução urbana destes locais.

Conforme dito (ver mapas 14 a 20), estes locais foram instalados em áreas urbanas já consolidadas, porque a expansão urbana de Santo André ocupara todas as áreas livres

disponíveis: começa agora o adensamento da mancha urbana, com a ocupação das áreas livres situadas no seu interior (poucas e muito valorizadas) e a verticalização das áreas centrais e dos bairros residenciais.

MAPA 12 – EXPANSÃO DA MANCHA URBANA (FINAL DA DÉCADA DE 1990) MOSTRANDO INCORPORAÇÃO DE LOCAIS À MANCHA URBANA. Fonte: autor.

Uma característica do processo de implantação destes locais foi herdada da fase anterior: apesar da ocupação praticamente plena do espaço urbano existente (o que explica a **imposição** – e não a opção – destes locais no interior da mancha urbana), os novos espaços para disposição de resíduos sólidos situam-se preferencialmente em

bairros periféricos de Santo André, isto ocorrendo mesmo com o Poder Público municipal detendo a propriedade de vários imóveis urbanos (vagos) nas regiões centrais. E os terrenos particulares selecionados para esta função também se localizam em bairros periféricos. Estes terrenos formam um anel que circunda a região central da cidade.

O uso de solo em Santo André – até a década de 1990 – foi inspirado nos conceitos de Tony Garnier e sua cidade industrial, segmentada em grandes áreas funcionais (áreas industriais, áreas comerciais e de serviços, áreas institucionais, áreas de moradia e outras funções urbanas), complementadas pelas idéias de Le Corbusier (as funções modelo – ver nota 21) .

A inspiração para a organização do espaço urbano de Santo André não foi seguida de modo rígido, e durante o processo de sua expansão urbana (a grande expansão, entre a década de 1940 – 1970 – ver nota 18) houve grande maleabilidade para a utilização do solo urbano: os grandes complexos industriais instalaram-se ao longo da ferrovia, enquanto indústrias de pequeno porte (até 100 funcionários, segundo o SIMPI – Sindicato da Média e Pequena Indústria – SP) se instalaram por todo o município.

As atividades comerciais e de prestação de serviços seguiram a mesma tendência: os grandes magazines, as lojas de grife e o comércio sofisticado instalaram-se no centro (mais tarde, estas empresas abandonarão a região central da cidade – ver fase seguinte da evolução urbana); enquanto o comércio local (mercearias, pequenas lojas e

bazares) situava-se ao longo das avenidas de ligação dos bairros com o centro ou aglomeravam-se nos bairros maiores (constituindo sub-centros) – ver mapa 13.

MAPA 13 – SUBCENTROS DE SANTO ANDRÉ
FONTE: ORGANIZADO PELO AUTOR

O crescimento urbano de Santo André, até esta época, apresentou características orgânicas (não houve planejamento para alterar tendências ou frear expansões em determinadas regiões) e como expressão deste crescimento, o sistema viário municipal é do tipo radiocêntrico, onde a conexão entre bairros opostos passa necessariamente pela região central da cidade.

Neste quadro, foram instalados os novos locais para disposição de resíduos sólidos – em áreas já consolidadas, mesmo periféricas. Durante a sua existência, as áreas urbanas de seu entorno sofreram o processo de adensamento, e foi nesta fase que os impactos produzidos pelos aterros sanitários foram mais intensos: os aterros não se

localizavam mais em áreas distantes da mancha urbana, ou na sua franja periférica e pouca densa; mas estes aterros estavam inseridos no interior da área urbana, influenciando seu crescimento.

Todas as áreas periféricas onde estes aterros foram instalados têm predominância do uso habitacional, e aqueles impactos ambientais no uso do solo refletiram na organização espacial do entorno: o empobrecimento dos locais (expresso na redução do valor das propriedades – ver nota 20) impediu a agregação de atividades de maior valor econômico (a instalação de equipamentos urbanos de porte, que dessem impulso a processo de crescimento econômico); e o processo de adensamento da mancha urbana (presente em todo o município nesta fase) destes locais ocorreu apenas na frente habitacional, diferente das outras regiões da cidade (onde ocorreu diversificação de serviços e atividades em nexos com o adensamento habitacional).

6.3.2 Características da fase.

Como dito, esta fase é um período de transição de um modelo (que foi reproduzido em escala menor aqui) para a solução considerada definitiva. Por ser transição, traz muitas características da fase anterior, e as adapta à realidade encontrada.

A principal adaptação diz respeito à redução de escala dos aterros, que passam a operar em locais menores, e situados no interior da área urbana – estando já

articulados ao seu entorno. Também ocorre a desorganização do sistema porque a dispersão de locais torna o seu gerenciamento mais complexo – e este gerenciamento é simplificado, uma vez que as práticas de engenharia (recobrimento com material inerte, dreno de gases, etc) não são empregadas em sua totalidade e não há controle rigoroso da quantidade e qualidade de material depositado nestes locais.

Esta fase, que se encerra com a inauguração do Aterro Sanitário São Jorge, produziu alterações importantes no processo de coleta e disposição de resíduos. A principal foi o adeus ao procedimento antigo, que simplesmente era coletar o lixo e despejá-lo em qualquer local sem qualquer cuidado – e este adeus não foi uma opção da administração pública e sim uma imposição da realidade (a escassez de grandes áreas livres disponíveis e distantes da mancha urbana). E pode-se dizer que os aterros e o solo urbano influenciaram-se mutuamente nesta fase: a mancha urbana impôs a dispersão destes locais; e estes locais afetaram a mancha urbana com impactos ambientais que se refletiram no uso do solo.

Na fase seguinte há a conclusão do processo de adensamento da mancha urbana, e as soluções adotadas para os locais de disposição de resíduos sólidos (as praças e os clubes) enfrentam os problemas esperados (os impactos manifestam-se nos locais de modo mais nítido).

6.4 A Última Fase : Concentração

A última fase da coleta de resíduos coincide com o esgotamento das grandes áreas livres em Santo André –necessárias para a instalação de equipamento urbano deste porte, quando uma série de medidas e procedimentos são realizados para aumentar a vida útil do único aterro em operação.

O aterro foi implantado em área periférica do município (ver mapa 20), onde já existia um núcleo urbano afastado, que se integrou efetivamente à área urbana consolidada no final da década de 1980 e início da década de 1990 – a integração ocorreu pelos últimos grandes parcelamentos do solo urbano (processo de expansão da área urbana similar ao ocorrido na cidade de São Paulo – ver nota 23), em áreas de topografia acidentada.

Nesta área, existiu um dos primeiros aterros de Santo André (Aterro Espírito Santo), reforçando a tendência do local em receber equipamentos urbanos deste tipo e explicitando os critérios utilizados pelo Poder Público Municipal para a seleção de áreas para a instalação de aterros: a localização periférica é o principal item levado em conta na seleção.

A expansão das áreas urbanas atingiu o aterro – que é praticamente urbano, uma vez que hoje é cercado em 03 de suas 04 divisas por bairros de Santo André., uma

população estimada de 30.000 pessoas que moram em um raio de 2 quilômetros ao redor do aterro (ver fotos em “ANEXO”).

Nesta fase ocorre a desorganização do uso de solo (o primeiro plano diretor de Santo André é do final dos anos 1990, mas a cidade sempre apresentou leis de uso e ocupação do solo) nesta área: existe mistura de usos (habitacionais, pequeno comércio e serviços), muitos deles informais e a pouca oferta de serviços públicos (e a região da cidade com menor índice de ligações de água e esgoto).

A desorganização do uso e ocupação do solo urbano acontece no momento em que o serviço de coleta e disposição de resíduos atinge eficiência (adoção do ciclo combinado em aterro sanitário onde todas as medidas de controle disponíveis são adotadas), eficácia (atendendo cerca de 98% da população do município). E se reorganiza(os resíduos são dispostos em um único local). Esta contradição pode existir em função da pouca importância que a área em que se localiza o aterro tem para a administração pública: o local sempre foi considerado periférico (isto é, os recursos devem ser investidos em áreas onde a pressão da opinião pública é maior).

Por não existir mais no município áreas de dimensões suficientes para acomodar este tipo de equipamento urbano, uma série de medidas são adotadas com o objetivo de ampliar a sua vida útil (verticalização do maciço sanitário, compostagem, coleta seletiva, etc) – e estas são as únicas perspectivas existentes para a continuidade deste serviço em Santo André: o encerramento do aterro e a ausência de espaços

forçosamente transferirão a disposição final de resíduos para outro município, que manterá apenas o serviço de coleta.

Esta situação (a existência apenas do serviço de coleta) é rotineira na região do Grande ABC, uma vez que o outro aterro sanitário da região (Aterro LARA) se localiza cidade de Mauá. Este aterro é particular (o Aterro São Jorge é Público Municipal, operado por terceiros) e recebe todo resíduo produzido no restante do Grande ABC.

Nesta fase, o Poder Público implanta o “Plano de Resíduos Sólidos”, um roteiro que define quantidade de ruas a serem atendidas pela coleta, responsabilidades pelo tratamento e disposição final – uma ação localizada, sem nexos com uma visão de sistema (que considera a questão de resíduos sólidos como parte integrante do planejamento territorial e do desenvolvimento urbano da cidade).

6.4.1 Características da Fase

Após o período de transição, há uma reorganização do sistema de coleta, com as seguintes características:

- **Concentração:** todo o resíduo produzido no município é depositado em apenas um local, situado em área periférica da cidade.

- Propriedade: O aterro sanitário é de propriedade pública
- Organização: o sistema se reorganiza, com a adoção de medidas de controle e monitoramento no aterro, implantação de estações de coleta de recicláveis na cidade e a sistematização de procedimentos de coleta e tratamento (o modo de coletar, transportar e dispor os resíduos é o mesmo em toda a cidade, diferentemente do que acontecia na fase anterior).

Na fase atual, em que o sistema se reorganiza e atinge bons índices de qualidade (99% do lixo produzido na cidade é coletado e disposto no aterro sanitário), a área urbana já atinge o aterro (que se aproxima do final de sua vida útil), e os impactos ambientais previstos manifestam-se no uso e ocupação do solo (ver cap. 07).

6.5 – Comparação entre as Fases

A seguir é apresentados uma série com oito mapas (mapas 14 a 20) onde estão localizados todos os locais que receberam resíduos sólidos em Santo André nos últimos 50 anos. Os mapas mostram a evolução urbana a partir de 1906 (a mais antiga representação urbana do GRANDE ABC) até 2000, e coincidem com as fases da evolução urbana de Santo André. Os mapas apresentados são os seguintes:

- Mapa 14: “Grande ABC em 1906”. A urbanização é do tipo polinuclear, com pequenos núcleos dispersos e ligados por uma série de estradas (que se tornaram os vetores futuros da expansão urbana. Os números de 01 a 14 no mapa são os locais que receberam carga de resíduos sólidos (e são discriminados na “Tabela 09 – locais de disposição e suas características”)).
- Mapa 15: “Santo André em 1929”: Há crescimento dos núcleos e espraiamento do maior deles (Santo André) ao longo dos vetores de expansão urbana.
- Mapa 16: “Santo André em 1939”: o fenômeno da conurbação é observado aqui, quando os núcleos de Santo André e São Caetano se fundem.
- Mapa 17: “Santo André em 1954”. Santo André é representada aqui com Mauá, Ribeirão Pires e Rio Grande da Serra porque estes distritos se emancipariam um pouco mais tarde. Os primeiros locais fixos para disposição de resíduos sólidos são selecionados (números 1 a 4), todos seguindo a mecânica adotada para o processo: locais situados na periferia, fora da área urbana.
- Mapa 18: “Santo André em 1966”. Neste período, os distritos de Santo André se emanciparam e a franja da mancha urbana já atinge os locais de disposição.
- Mapa 19: “Santo André em 1980”. Os 04 locais da segunda fase de coleta já esgotaram a capacidade, e os locais foram incorporados à mancha urbana.

Como não havia áreas extensas disponíveis (e situadas na periferia), há uma dispersão de locais por toda a cidade (locais de número 05 a 13). A cidade perde 65% de sua área física para a reserva de área de proteção a mananciais em 1976.

- Mapa 20: “Santo André em 2000”. Praticamente todo o espaço disponível foi ocupado pela mancha urbana, e todos os locais da fase de dispersão passam pela modificação em seu uso de solo.

Esta série de mapas relaciona-se com a tabela 10 –“Disposição de Resíduos Sólidos”, ao localizar no território os 14 locais estudados, suas características, o atual uso de solo e impactos identificados em cada um destes locais.

Ao comparar a evolução da mancha urbana de Santo André com os locais de disposição de resíduos, observamos que:

- Os locais escolhidos situaram-se sempre distantes da área urbana
- Quando os locais esgotavam sua capacidade e eram incorporados ao tecido urbano, os novos locais situavam-se em áreas periféricas da cidade.
- O adensamento do espaço urbano impôs a utilização destes antigos espaços (deixados por aterros que concluíram sua vida útil) com finalidades diferentes.

MAPA Nº 14 – GRANDE ABC EM 1906

SANTO ANDRÉ EM 1906
 Autor: Luis Fernando Armidoro Rafael

MAPA Nº 18 - SANTO ANDRÉ EM 1966

MAPA Nº 20 – SANTO ANDRÉ EM 2000

PERÍODO	N.º	LOCAL	PROPRIEDADE	TIPO DE RESÍDUOS DEPOSITADOS	ÁREA DO LOCAL	VOLUME DE RESÍDUO DISPOSTO	IMPACTO ESPERADO	ALTERAÇÕES NO MEIO FÍSICO	REFEREÇSS/ÕES NO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	USO ATUAL DO SOLO	IMPACTOS OBSERVADOS	AÇÕES MINIMIZADORAS ADOTADAS	CARACTERÍSTICAS DA FASE DE COLETA	FASES DA EVOLUÇÃO URBANA	CARACTERÍSTICAS DA FASE DE EVOLUÇÃO URBANA
	1	R Espírito, S/N Cidade São Jorge	Pública PMSA	Todos, com maior índice de orgânicos	28000 M²	108.00 M³	metano chourume geotecnia	*recalques em camadas saturadas *diminuição da unidade dos solos *rebaixamento do lençol freático *instabilidade no terreno	*perda de pontos de captação de água *restrição de uso de água para abastecimento *redução de água subterrâneas *danos em construções	Loteamento e parte invadida (tabela)	Geotecnia Metano	Dreno de gases	*estruturção do serviço *locais fixos para disposiçã ofinal *serviço executado e gerenciado público		
	2	Est João Duclon,sh Jd. Estela	Pública PMSA	Todos, com maior índice de orgânicos	26.000M2	310.000M³	metano chourume geotecnia	*recalques em camadas saturadas *diminuição da unidade dos solos *rebaixamento do lençol freático *instabilidade no terreno	*perda de pontos de captação de água *restrição de uso de água para abastecimento *redução de água subterrâneas *danos em construções	Praça / Campo de futebol	Geotecnia Metano		*atendimento a 70% da área urbanizada *estruturação espacial do serviço de coleta e disposição das áreas localizadas na periferia, distantes da mancha urbana	3ª fase da evolução urbana (início da fase 1945 - final: 1900)	* rápido crescimento populacional * fragmentação administrativa * 2º ciclo de industrialização * adensamento populacional * ocupação intensa dos vazios urbanos * consolidação do sistema viário (de caráter radiocêntrico) * formação de subnúcleos (centros de bairros)
	3	R. Itapava, sh Pq. Jacatuba	Pública PMSA	Todos, com maior índice de orgânicos	38.000M²	280.000M³	metano chourume geotecnia infectantes	*recalques em camadas saturadas *diminuição da unidade dos solos *rebaixamento do lençol freático *instabilidade no terreno	*perda de pontos de captação de água *restrição de uso de água para abastecimento *redução de água subterrâneas *entimidades de veiculação hídrica *danos em construções	Clube Esportivo	Geotecnia Metano				
	4	DAEE	Pública GESP	Industriais e lodo de esgoto	81.000M²	320.000M³	metano chourume infectantes Tóxicos	*recalques em camadas saturadas *diminuição da unidade dos solos *rebaixamento do lençol freático *instabilidade no terreno	*perda de pontos de captação de água *restrição de uso de água para abastecimento *redução de água subterrâneas *entimidades de veiculação hídrica *Riscos de incêndios ou explosões	Encerrado (sem uso)	Metano Infectantes	Cercamento do local			
	5	Pça Pres Eurico Gaspar Dutra Centreville	Pública PMSA	Todos	39.000M²	90.000M³	metano chourume geotecnia infectantes	*recalques em camadas saturadas *diminuição da unidade dos solos *rebaixamento do lençol freático *instabilidade no terreno	*perda de pontos de captação de água *restrição de uso de água para abastecimento *redução de água subterrâneas *danos em construções *entimidades de veiculação hídrica	Praça	Geotecnia Metano				
	6	Pça Pedro Dalessio Jd. Miema	Pública PMSA	Todos, com carga considerável de infectantes	7.200M²	43.000M³	metano chourume geotecnia infectantes	*recalques em camadas saturadas *diminuição da unidade dos solos *rebaixamento do lençol freático *instabilidade no terreno	*perda de pontos de captação de água *restrição de uso de água para abastecimento *redução de água subterrâneas *danos em construções *entimidades de veiculação hídrica	Praça	Geotecnia		* dispersão e pulverização do serviço * disposição em locais de pequena a média extensão territorial * aluguel de áreas de particulares para disposição de resíduos * áreas situadas na franja da mancha urbana	4ª fase da evolução urbana	* desindustrialização * abandono de grandes áreas centrais * ocupação dos últimos vazios urbanos * intervenções urbanas capitanea das pela PMSA (induz o processo) * estabilização da mancha urbana * alteração ode modelo econômico (de industrial para terciário)
	7	Pça Ana * L. Neto, Jd Las Vegas	Pública PMSA	Todos, com maior índice de orgânicos	13.000M²	81.000M³	metano chourume geotecnia	*recalques em camadas saturadas *diminuição da unidade dos solos *rebaixamento do lençol freático *instabilidade no terreno	*perda de pontos de captação de água *restrição de uso de água para abastecimento *redução de água subterrâneas *danos em construções	Praça	Metano	Dreno de gases			
PERÍODO	N.º	LOCAL	PROPRIEDADE	TIPO DE RESÍDUOS DEPOSITADOS	ÁREA DO LOCAL	VOLUME DE RESÍDUO DISPOSTO	IMPACTO ESPERADO	ALTERAÇÕES NO MEIO FÍSICO	REFEREÇSS/ÕES NO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	USO ATUAL DO SOLO	IMPACTOS OBSERVADOS	AÇÕES MINIMIZADORAS ADOTADAS	CARACTERÍSTICAS DA FASE DE COLETA	FASES DA EVOLUÇÃO URBANA	CARACTERÍSTICAS DA FASE DE EVOLUÇÃO URBANA
	8	Av Moço Leão Dourado, sh * Pedrosa	Pública PMSA	Orgânicos e inertes (entulho de construção)	2.500M²	15.000M³	metano chourume geotecnia	*recalques em camadas saturadas *diminuição da unidade dos solos *rebaixamento do lençol freático *instabilidade no terreno	*perda de pontos de captação de água *restrição de uso de água para abastecimento *redução de água subterrâneas *danos em construções	Área abandonada					
	9	Av Guaratinguetá Jd. Alzira Franco	Particular	Todos	5.400M²	43.000M³	metano infectantes geotecnia	*recalques em camadas saturadas *diminuição da unidade dos solos *rebaixamento do lençol freático *instabilidade no terreno	*perda de pontos de captação de água *restrição de uso de água para abastecimento *redução de água subterrâneas *danos em construções *entimidades de veiculação hídrica	Área abandonada (*)		Cercamento do local			
	10	Av dos Estados, margem direita do córrego Guaranã	Particular	Principalmente orgânicos e inertes	6.000M²	31.000M³	metano geotecnia	*recalques em camadas saturadas *diminuição da unidade dos solos *rebaixamento do lençol freático *instabilidade no terreno	*perda de pontos de captação de água *restrição de uso de água para abastecimento *redução de água subterrâneas *danos em construções	Quadra de futebol (**)	Geotecnia		* dispersão e pulverização do serviço * disposição em locais de pequena a média extensão territorial * aluguel de áreas de particulares para disposição de resíduos * áreas situadas na franja da mancha urbana		* desindustrialização * abandono de grandes áreas centrais * ocupação dos últimos vazios urbanos * intervenções urbanas capitanea das pela PMSA (induz o processo) * estabilização da mancha urbana * alteração ode modelo econômico (de industrial para terciário)
	11	R. das Maravilhas x R. Marcabito Vila Sá	Particular	Todos	21.600M²	70.000M³	metano chourume geotecnia infectantes	*recalques em camadas saturadas *diminuição da unidade dos solos *rebaixamento do lençol freático *instabilidade no terreno	*perda de pontos de captação de água *restrição de uso de água para abastecimento *redução de água subterrâneas *danos em construções *entimidades de veiculação hídrica	Área Abandonada (***)	Geotecnia	Cercamento do local		4ª fase da evolução urbana	
	12	R. Nova Iorque,sh Vila Sá	Particular	Todos	23.400M²	46.800M³	metano chourume geotecnia infectantes	*recalques em camadas saturadas *diminuição da unidade dos solos *rebaixamento do lençol freático *instabilidade no terreno	*perda de pontos de captação de água *restrição de uso de água para abastecimento *redução de água subterrâneas *danos em construções *entimidades de veiculação hídrica	(****)	Metano Geotecnia	Cercamento do local			* desindustrialização * abandono de grandes áreas centrais * ocupação dos últimos vazios urbanos * intervenções urbanas capitanea das pela PMSA (induz o processo) * estabilização da mancha urbana * alteração ode modelo econômico (de industrial para terciário)
	13	R. Jales, Jd. Marek	Público	Todos	12.500M²	62.000³	metano chourume geotecnia infectantes	*recalques em camadas saturadas *diminuição da unidade dos solos *rebaixamento do lençol freático *instabilidade no terreno	*perda de pontos de captação de água *restrição de uso de água para abastecimento *redução de água subterrâneas *danos em construções *entimidades de veiculação hídrica	Praça, com escola nos limites	Geotecnia				
	14	Rua Espírito sh * Cid São Jorge	Público	Todos, menos industrial e hospitalar	217.000M²	360.000M³	metano chourume geotecnia	*recalques em camadas saturadas *diminuição da unidade dos solos *rebaixamento do lençol freático	*perda de pontos de captação de água *restrição de uso de água para abastecimento *redução de água subterrâneas *danos em construções	Aterro sanitário	Metano Particulado Tráfego	Cerc. do local Dreno e queima gases Dreno e trat.chourume	* concentração em um local * ciclo completo * terceirização do serviço * local situado no interior da mancha urbana * organização em rede * abrangência (100% da população atendida)		* estabilização da mancha urbana * alteração ode modelo econômico (de industrial para terciário)
								* instabilidade no terreno			caminhões				

TABELA 10 –DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

7 CONCLUSÕES

Os aterros são equipamentos que, apesar de desempenhar funções urbanas (tratamento e disposição final de resíduos produzidos principalmente por atividades urbanas), situam-se distantes das áreas urbanas. Esta distância dos aterros às áreas urbanas tem por objetivo manter afastados os impactos ambientais (produção de gases tóxicos e explosivos, volatilização de poluentes orgânicos, etc) que a disposição e degeneração de resíduos provocam no meio ambiente. Os aterros possuem ciclo de vida relativamente curto (a instalação, operação e encerramento de um aterro cobre período de aproximadamente 30 anos), e a expansão das áreas urbanas, em função do crescimento populacional, alcança estes equipamentos urbanos geralmente quando seu ciclo de vida se encerrou (ou próximo de seu final) *incorporando-os* a ela. Este **processo de incorporação** é um fenômeno *normal*, a que estão submetidos praticamente todos os aterros próximos a áreas urbanas: o estudo de caso de Santo André foi comparado com casos similares na cidade de São Paulo (OGATA, 1983) e na cidade de Rio Claro – SP (Rio CLARO, 2004), indicando que a dinâmica do processo de incorporação foi a mesma em todos eles (ver fluxograma nº 01 – *Dinâmica do Processo de Incorporação de Aterros*).

7.1 O Processo de Incorporação

A dinâmica do processo de incorporação de aterros apresenta etapas distintas e sequenciais, descritas a seguir.

Quando a expansão da mancha urbana os atinge, os aterros ou estão no final de seu ciclo de vida (conhecido como “fase de encerramento”), ou já encerraram suas atividades. Neste período final, algumas medidas mitigadoras (destinadas a eliminar ou diluir os impactos ambientais por eles provocados) são intensificadas: a principal medida tomada nesta fase é o **cercamento** do aterro, para confinar os efeitos de alguns impactos ambientais nos seus limites. Este cercamento é adotado quando, durante a vida útil do aterro, não foram empregadas medidas de controle e monitoramento dos resíduos ali depositados (ver item 7.3) ou não se tem conhecimento do tipo e quantidade de resíduo depositado no aterro.

Portanto, ao se encerrar a vida útil do aterro, há muitas vezes uma área cercada inserida no tecido urbano, submetida a um período de “quarentena”, onde se verificam quais impactos ambientais se manifestam e qual a sua intensidade, avaliando os riscos potenciais existentes na utilização do terreno. Nesta “quarentena” são realizados procedimentos de análise e medição dos impactos ambientais presentes no local.

Se a verificação e análise dos impactos ambientais indica que a sua manifestação ultrapassa valores limites de tolerância (a exposição de pessoas aos gases, voláteis e

líquidos percolados constitui risco à sua saúde e segurança), a quarentena do aterro é mantida (*a área deve permanecer isolada*) e são introduzidas medidas mitigadoras e remediadoras para reduzir a manifestação dos impactos (ver item 7.3). O aterro se constitui um vazio urbano, onde a utilização é proibida, assumindo “funções não urbanas” dentro do tecido urbano: algumas das medidas mitigadoras e remediadoras adotadas envolvem o plantio de árvores, e o aterro se transforma em um bosque fechado na mancha urbana (um “respiro”). A implantação de medidas de mitigação e remediação é adotada mesmo que práticas de monitoramento e controle do aterro (práticas que permitem avaliar, mesmo prematuramente, os impactos ambientais que resíduos depositados provocarão e quais serão seus reflexos no uso e ocupação do solo urbano) tenham sido utilizadas.

O emprego contínuo destas medidas mitigadoras e remediadoras (que visam recuperar a área para funções urbanas) possibilita a absorção paulatina do aterro ao tecido urbano: passa-se de funções “não urbanas” (sem qualquer tipo de utilização – vazios urbanos cercados e cobertos por vegetação) a funções de utilização restrita (algumas áreas do vazio urbano, uma vez atingidos limites de tolerância aos quais a curta exposição não oferece riscos, são transformadas em praças). A progressão na utilização do aterro (sempre após a medição dos impactos ambientais presentes) é contínua, até que o terreno possa ser utilizado sem qualquer tipo de restrição, ocorrendo sua **incorporação plena ao tecido urbano**. Esta é a **etapa final do processo de incorporação**.

Quando durante o ciclo de vida do aterro forem empregadas medidas de monitoramento e controle, de modo a precisar e quantificar os impactos ambientais produzidos pela carga de resíduos ali depositados, a incorporação de aterros pode acontecer imediatamente **após o seu encerramento**: se os impactos ambientais presentes são reduzidos ou se encontram dentro de limites de tolerância, o aterro é incorporado ao tecido urbano com a modificação de uso de solo normalmente para a função **lazer** (praças, parques, clubes esportivos), que é a solução apontada pela pesquisa como adequada (ver item 7.3). A incorporação é *direta* neste caso, uma vez que o processo de incorporação não precisa contemplar mais as fases de *quarentena* e *tratamento* (medidas mitigadoras e remediadoras).

Quando o aterro não é devidamente cercado e fiscalizado, e há longo intervalo para a modificação de seu uso ou do início de práticas de tratamento da área (caracterizando abandono da área), o aterro às vezes é ocupado por pessoas sem moradia, que ocupam de modo ilegal o local –que também é uma forma de incorporação do aterro à mancha urbana.

Como estes equipamentos receberam carga variada de resíduos, o impacto ambiental que eles provocam no meio urbano é função direta do *tipo* e *quantidade* de resíduo depositado: o tipo de resíduo irá definir a solução quanto ao uso de solo a ser adotada para efetivar a incorporação do aterro à mancha urbana, e a quantidade definirá os métodos de tratamento a ser empregados para erradicar ou minimizar os impactos ambientais e permitir tal uso de solo. Estas soluções são descritas no item 7.3.

FLUXOGRAMA 01 – PROCESSO DE INCORPORAÇÃO DE ATERROS ÀS ÁREAS URBANAS

FONTE:

ORGANIZADO

PELO

AUTOR

7.2 Impactos Ambientais no uso e Ocupação do Solo

O capítulo 04 deste trabalho analisou os tipos de impactos ambientais provocados pelos aterros sanitários, e a partir do cruzamento de dados obtidos em estudos feitos pela CETESB, EPA e AHU – GTZ, estabeleceu-se a relação de causa e efeito entre determinado tipo de resíduo, seu impacto correspondente, seus reflexos no uso e ocupação do solo urbano; e o tempo estimado de duração de cada impacto. Os aterros possuem 03 fases distintas em seu ciclo de vida, e os impactos provocados em cada fase diferem um pouco entre si:

- Impactos provocados na fase de *implantação* do aterro
- Impactos provocados na fase de *operação* do aterro
- Impactos provocados na fase de *encerramento* do aterro

As diferenças entre os impactos nas diversas fases ocorrem principalmente na sua *intensidade* (alguns efeitos são mais concentrados nas fases iniciais) e na sua *duração* (alguns impactos acompanham o ciclo de vida do aterro, encerrando-se com o fim do mesmo; outros impactos continuam a se manifestar após o fim das atividades do aterro, em sua fase de encerramento). Os impactos provocados na fase de *encerramento* do aterro são os que interessam a este estudo por ocorrerem em período em que a mancha urbana em geral já atingiu o local e está consolidada. Esta fase de

encerramento abrange o período “pós-aterro”, em que equipamento urbano não é mais operacional (não recebe carga de resíduos), mas existe como espaço físico (os resíduos depositados continuarão a impactar o meio ambiente) Na fase de encerramento, em função desta consolidação da mancha urbana, os reflexos dos impactos ambientais no uso e ocupação do solo são mais intensos; e eles se manifestam mesmo após o encerramento das atividades.

A maioria dos impactos ambientais identificados em todos os casos pesquisados estão relacionados à *digestão* do material depositado (que se pode considerar como sua absorção pelo meio). Assim, temos impactos ambientais (produção de gases, recalques do maciço sanitário - redução de volume pela digestão de material, emissão de compostos voláteis, produção de chorume, etc) cuja manifestação no uso e ocupação do solo é percebida de modo direto: há relação de causa e efeito entre a disposição de determinado tipo de resíduo e a sua consequência (reflexo) no uso de solo, conforme tabelas 11, 12 e 13 a seguir.

Entretanto, alguns impactos ambientais se manifestam apenas após a ação de outro impacto ambiental, comportando-se como subprodutos destes. Como exemplo, produzem gases – que consideramos a manifestação direta da disposição de resíduos; alguns gases têm mau cheiro (outra manifestação direta), que se for intenso e persistente, provoca a desvalorização imobiliária ao redor do aterro. A seqüência de eventos indica a existência de impacto ambiental que provoca, no uso e ocupação do solo, reflexos imediatos. Deste impacto ambiental, derivam outras ações no uso de solo *que existem em função deste impacto ambiental*, mas não são ocasionados

diretamente por ele. Além da desvalorização imobiliária, outra manifestação *derivada* ou *indireta* é a sobrecarga do sistema viário de acesso ao aterro (aumento do fluxo de caminhões).

IMPACTO OBSERVADO	REFLEXOS NO USO DE SOLO
Poluição de águas subterrâneas por emissão de óleos de motores e equipamentos	Diminuição de água de captação
Contaminação de lençóis de água limítrofes ao aterro por resíduos gerados internamente	Diminuição de água de captação
Alteração no regime de escoamento superficial dos corpos d'água	Retificação da geometria de cursos d'água com aterros e cortes
Poluição do ar por aumento do material particulado	Sujidade de construções e incidência de moléstias respiratórias
Assoreamento de corpos d'água	Diminuição de vazão e riscos de Enchentes
Descaracterização topográfica e degradação do relevo	Riscos de deslizamentos e solapamentos Degradação superficial do solo
Descaracterização paisagística	Remoção de cobertura vegetal

TABELA 11 IMPACTOS OBSERVADOS NA FASE DE IMPLANTAÇÃO. FONTE: ORGANIZADO PELO AUTOR

IMPACTO OBSERVADO	REFLEXO NO USO DE SOLO
Poluição de águas subterrâneas	Diminuição da água de captação
Contaminação de águas de captação superficiais	Diminuição da água de captação
Emissão de biogás	Mau-cheiro
Aumento de material particulado	Sujidade de construções e incidência de moléstias respiratórias
Tráfego de caminhões	sobrecarga de sistema viário
Odor causado pelo acúmulo de líquido percolado nas lagoas	Mau-cheiro
Proliferação de vetores	Exposição a agentes contaminantes
Odor da decomposição de resíduos	Incômodo à população

TABELA 12 – IMPACTOS EXISTENTES NA FASE DE OPERAÇÃO. FONTE: ORGANIZADO PELO AUTOR

IMPACTO OBSERVADO	REFLEXOS NO USO DE SOLO
Poluição de águas subterrâneas	Diminuição da água de captação
Contaminação de águas de captação superficiais	Diminuição da água de captação
Emissão de gás	Mau-cheiro e risco de explosões
Líquido percolado acumulado nas Lagoas	Diminuição da água de captação
Processos erosivos no maciço Sanitário	Recalques do solo
Processos erosivos nos taludes e Bermas	Instabilidade do solo
Escorregamento de massa por instabilidade do maciço	Solapamento e instabilidades no solo
Reconformação topográfica	Ampliação de áreas úteis Degradação superficial do solo
Emissão de voláteis	Riscos de explosões e exposição a agentes cancerígenos

TABELA 13 – IMPACTOS PRESENTES NA FASE DE ENCERRAMENTO. FONTE: ORGANIZADO PELO AUTOR

No uso do solo urbano, os reflexos destes impactos ambientais causam por restrições de utilização e ocupação de alguns locais (como o Poder Público administra a maioria dos locais – os locais privados são alugados pelo Poder público para este fim, receber resíduos – ele pode impor o tipo de utilização que quer para a área), e poucas são as opções de soluções (ver item 7.3). A *restrição à utilização e ocupação* é função da carga de material depositado e das medidas (de controle e monitoramento – ver capítulo 05) adotadas para eliminar ou reduzir a ação do impacto sobre o meio físico.

Há relação de causa e efeito entre o tipo de resíduo depositado no aterro, seus impactos ambientais e seus reflexos no uso e utilização do solo urbano, estabelecendo as seguintes conexões (identificadas após o cruzamento de informações obtidas pela pesquisa bibliográfica e dados obtidos pela análise do estudo de caso):

- **Resíduos orgânicos:** a digestão do maciço sanitário provoca a emissão de gases e produção de líquido tóxico (chorume), que se refletem no uso de solo como riscos de explosões, odor e incômodo à vizinhança. E o maciço sanitário, sob ação de degradação biológica – processo lento, reduz seu volume e sofre recalques constantes. Quando não há extravasão do metano, é mais provável ocorrer sua migração para o subsolo e infiltração em porões e garagens.
- **Resíduos inertes:** a disposição de entulho de obra provoca a reconformação paisagística da área (geralmente são lançados em depressões), transformada em local de expansão urbana (as depressões são preenchidas com entulho, transformando um vazio da paisagem urbana em espaço útil, adicionando novas glebas à mancha urbana). O único reflexo no uso de solo é a possibilidade de ocorrência de recalques, que podem causar danos a construções que venham a ser erigidas nestas áreas.
- **Resíduos químicos:** além de sofrer os mesmos processos de digestão e degradação presentes nos maciços de matéria orgânica (produção de gases,

odor e chorume), a presença de rejeitos e refugos de processos industriais torna o impacto ambiental produzido por este tipo de resíduo o mais agressivo ao uso e ocupação do solo urbano. Muitos materiais industriais contêm elementos tóxicos – principalmente componentes orgânicos clorados (conhecidos como POP's: Poluentes Orgânicos Persistentes) que volatizam, formando nuvens de gases tóxicos. Estes gases tóxicos têm em sua composição toxinas e furanos, elementos carcinogênicos. O grau de contaminação da área pode inviabilizar qualquer tipo de ocupação ou utilização, que será possível apenas com intervenções drásticas (a remoção de todo o solo contaminado muitas vezes é necessária). Solos que receberam este tipo de carga de resíduos exigem os maiores investimentos para serem incorporados à mancha urbana.

- **Resíduos hospitalares:** este tipo de resíduo possui fração orgânica, estando, portanto sujeito aos mesmos processos existentes em aterros com descarga de resíduos químicos e orgânicos; misturado a esta fração uma série de organismos patogênicos - responsáveis por várias moléstias de saúde pública; e materiais tóxicos provenientes de descarte de farmácia hospitalar, Serviço de Apoio ao Diagnóstico e Terapia (SADT) e serviço de manutenção hospitalar (este tipo de resíduo é composto por fluidos de revelação, chapas fotográficas e medicamentos vencidos). A exemplo do que ocorre com solos contaminados com resíduos químicos, a ocupação de áreas com esta carga de resíduos exige intervenções drásticas.

Os resíduos químicos e hospitalares são considerados perigosos porque podem ser nocivos, no presente e no futuro, à saúde dos seres humanos, além de sua agressividade ao meio ambiente, como ilustra a definição da *EPA (Environmental Protection Agency)*:

“Resíduo perigoso designa um resíduo sólido ou combinação de resíduos sólidos, os quais devido à sua concentração, quantidade, características físico-químicas ou infecciosas pode causar ou contribuir para o aumento da mortalidade ou aumento de doenças incapacitantes; e representar perigo presente ou potencial para a saúde humana ou meio ambiente”

Apesar da agressividade (como é chamada a capacidade de provocar danos de modo mais intenso e rápido do que outros resíduos) de alguns tipos de resíduos depositados, a ocupação dos antigos aterros com outros usos de solo existe, e muitas das soluções adotadas exigem o emprego de medidas de descontaminação para alcançarem êxito. A caracterização do tipo de impacto ambiental provocado por este tipo de equipamento urbano permite o emprego de medidas de controle mais eficazes, ampliando a chance de sucesso da incorporação do aterro à mancha urbana.

7.3 Incorporação de Aterros – Soluções Recomendadas

A expansão da área urbana, como verificamos no caso de Santo André, incorpora os aterros e seus problemas. Esta incorporação pode ser imediata ou paulatina: incorporação *imediata* (ver item 7.1) quando o aterro é incorporado pela área urbana praticamente ao fim de suas atividades (a incorporação ocorre na fase de encerramento das atividades), incorporação *paulatina* quando existe a necessidade de uma quarentena do aterro, ocorrendo a diluição dos impactos ambientais ou o implemento de procedimentos de descontaminação. A incorporação imediata é facilitada quando, durante a fase de operação do aterro, uma série de **medidas de controle e monitoramento** são utilizadas, com o objetivo de reduzir a intensidade dos impactos ambientais a níveis seguros (que são aqueles cujos valores estão situados abaixo daqueles considerados como limites). As principais **medidas de controle e monitoramento utilizadas** em aterros são as seguintes:

- Monitoramento de recalques (com piezômetros pneumáticos sob o aterro – medição de pressão neutras da base, e leituras topográficas de marcos superficiais).
- Monitoramento de águas subterrâneas, através da coleta de amostras de água retirada de poços que interceptam o aquífero. Estas amostras são submetidas a análise de laboratório para detectar alterações na qualidade da água (ph, composição química, etc) devido a infiltrações de chorume e gases no subsolo.

- Monitoramento de águas superficiais, para avaliar alterações causadas pelo aterro nos cursos de água do local. As amostras são captadas em dois pontos do curso d'água (a jusante e a montante) e submetidas a análise de laboratório (onde são utilizados os mesmos parâmetros de qualidade para o monitoramento de águas subterrâneas).

São procedimentos necessários porque o material disposto no aterro forma dois tipos de efluente: gasoso (metano, dióxido de carbono, gás sulfídrico, mercaptanas e compostos voláteis) e o líquido (percolado, composto metais pesados e poluentes dissolvidos na água), cujos efeitos sobre o uso e ocupação do solo são descritos no capítulo 05. Como ilustração do volume de resíduos produzidos, o aterro LARA (LARA, 1999) de área de 425.000m², produz 345,00 m³ de chorume / dia (125.915,50 m³ ano) e 300.000m³ / dia de gás, dos quais 165.000m³ / dia de gás metano. Além disto, o aterro LARA recalca a uma velocidade de 2.40m ao ano.

Estas medidas são indispensáveis para que o aterro seja incorporado pela mancha urbana com a modificação de seu uso de solo: muitos impactos ambientais – ver capítulo 04 – manifestam-se mesmo após o encerramento da vida útil do aterro, e estas medidas visam minimizar a sua ação, tornando-os residuais. Quando o aterro não passa por nenhum tipo de medidas de controle supracitadas, a sua incorporação à mancha urbana é uma operação crítica porque todos os impactos ambientais

manifestar-se-ão em intensidade normal, transformando o aterro em **área de risco urbano**: a alteração simples do uso do solo sem o emprego destas práticas de engenharia e sem o monitoramento constante destes locais, transforma-os em áreas cuja ocupação constitui-se em perigo para a saúde e integridade de seus moradores e vizinhos.

As medidas de controle e monitoramento, além de reduzir os impactos ambientais a níveis considerados seguros, têm por objetivo evitar a **contaminação do solo** que é a manifestação de impactos ambientais em índices superiores aos valores limites de tolerância, que possam afetar bens e pessoas. Quando existem vias de transferência de poluentes (rios, cursos d'água, e outros veículos hídricos ou aéreos) alargando a área contaminada, há risco de epidemias públicas.

Deve ser notado que o solo é um agente intermediário, porque serve de veículo de transmissão dos impactos ambientais: quem provoca estes impactos ambientais são os resíduos depositados no solo, que sofre a ação direta destes resíduos. E o solo “preserva” estes agentes, transportando-os (por via mecânica, através do próprio solo, por via aérea – gases ou por via hídrica – chorume) para outro local (a superfície do solo), afetando as atividades ali desenvolvidas. Este fluxo de agentes provoca, então, a contaminação do local – como dito acima, nada mais que a manifestação de impactos ambientais (ver fluxograma nº 02 – *fluxos de um aterro sanitário*).

FLUXOS PRESENTES EM UM ATERRO SANITÁRIO

FONTE: ORGANIZADO PELO AUTOR

FLUXOGRAMA 02 – FLUXOS EXISTENTES EM UM ATERRO SANITARIO

FONTE: ORGANIZADO PELO AUTOR

Quando o solo está contaminado, é necessário adotar métodos de **tratamento**, que são ações de correção: as medidas adequadas para a incorporação do aterro deveriam ter sido tomadas durante a sua vida útil, reduzindo a necessidade de utilização de muitos destes métodos de tratamento. Esta correção pode ser feita no local (“in situ”) ou fora da área de contaminação (“off site”). A diferenciação entre medidas “in situ” e “off site” dizem respeito à escala de tratamento. Contaminações localizadas (em trechos ou

setores de um aterro) são tratadas com a remoção do material contaminado e seu tratamento em outro local, como a pirólise, exemplo de medida “off site”. Como exemplo de medida “in situ”, temos o tratamento biológico (plantio de espécies que fixam toxinas, removendo-as do solo).

Métodos		“In-situ”	“On/off-site”
térmicos		<i>(sem aplicação)</i>	combustão pirólise
físico-químicos	seco	injecção de ar	dessorção em reator
	húmido	lavagem do solo extração	lavagem do solo extração
biológicos		biológicos	“landfarming” bioreactor
processos especiais		<i>p. ex.:</i> vitrificação electrocinéticos	<i>p. ex.:</i> electrocinéticos
isolamento		confinamento	<i>(sem aplicação)</i>

FIGURA 08 - MÉTODOS E TÉCNICAS DE DESCONTAMINAÇÃO DE SOLOS
FONTE: ADAPTADO DE “ENVIRONMENTAL ENGINEERING” (MANUAL AMBIENTAL, 2004)

O diagrama exposto na figura 08 sistematiza os métodos de tratamento, agrupando-as de acordo com a dinâmica utilizada:

- **Tratamento térmico:** queima do resíduo ou dos gases gerados pelo resíduo, com filtragem da emissão gasosa liberada (que pode conter toxinas, em função do tipo de resíduo). Este tratamento é indicado para solos contaminados com material orgânico.
- **Tratamento físico-químico:** baseia-se na lavagem do solo, pela transferência de um poluente do solo para o veículo hídrico, obtendo-se solo tratado e

contaminantes concentrados no veículo hídrico. Este tratamento é recomendado para remover qualquer tipo de poluente, desde que a fração argila na composição do solo não seja superior a 30% (as argilas têm maior afinidade com a maior parte dos contaminantes, estabelecendo ligações difíceis de quebrar).

- **Tratamento biológico:** utiliza a capacidade de organismos e micro-organismos metabolizarem compostos químicos, estimulando-os a degradar de forma controlada os contaminantes (este estímulo consiste em oferecer ambiente adequado para a digestão dos compostos, com teor de umidade, pH, teor de oxigênio, etc propícios à ação dos organismos). Em determinadas situações (presença de poluentes persistentes) é necessário recorrer a microorganismos específicos ou geneticamente modificados, para se otimizar a biodegradação. Os principais métodos de tratamento biológico são os seguintes: “landfarming” (introdução de organismos específicos), compostagem, reatores biológicos e nitrificação.

FIGURA 09 – TRATAMENTO FÍSICO-QUÍMICO (AIR-SPARGING) DE LENÇÓIS CONTAMINADOS.
(FONTE: TECNOHIDRO ENGª AMBIENTAL)

A tecnologia disponível não permite a ação plena dos métodos de tratamento, permanecendo no local emissões gasosas de risco (mesmo depois de realizado o dreno e a queima) e concentrações residuais elevadas de poluentes: isto se verifica em solos poluídos com hidrocarbonetos aromáticos halogenados e metais pesados (a Universidade Estadual Paulista (UNESP), através dos pesquisadores Keizo Yukimitu, Eudes Borges de Araújo e Laércio Caetano desenvolve pesquisas para estabilização do chumbo do solo pela adição de reagentes. O reagente chama-se ARS – Agente Recuperador de Solos, torna o chumbo inerte e é um processo rápido e econômico por não extrair a camada contaminada de solo).

FIGURA 10 – TRATAMENTO FÍSICO-QUÍMICO (BIOVENTING) DE SOLO CONTAMINADO POR EXTRAÇÃO DE VAPORES A VÁCUO. FONTE: *TECNOHIDRO ENG.ª AMBIENTAL*.

O tratamento do solo, de acordo com a dinâmica supracitada, utiliza uma série de medidas de descontaminação (descritas a seguir), e pode exigir algumas obras de engenharia, como:

- Construção de obras de contenção do maciço sanitário (muros de arrimo, mantas plásticas e solo criado)
- Compactação do aterro com adição de estabilizantes

Que são necessárias para estabilizar a área. Estas medidas podem ser necessárias mesmo que o monitoramento e controle do aterro tenha sido executado – e este monitoramento detectou a necessidade destas obras para possibilitar a sua incorporação à área urbana.

FIGURA 11 – SISTEMA PARA PIRÓLISE DE SOLOS
FONTE: OCETA (2003).

Para a incorporação *paulatina*, é necessário o emprego de medidas de **descontaminação** do local, para reduzir a intensidade dos impactos existentes a níveis seguros. As medidas de descontaminação mais empregadas são as seguintes:

- Cercamento/confinamento do local, para ocorrer a diluição dos impactos ambientais locais. O cercamento é feito para impedir o acesso de pessoas a este local, expondo-as aos impactos ambientais ali existentes. Em função do tipo de material depositado, o local pode permanecer cercado por até 50 anos, período para que haja a diluição *natural* dos impactos ou são empregados *catalisadores* (espécies vegetais plantadas no local, que removem os contaminantes do solo) para acelerar esta diluição. O lençol freático também é confinado para que não ocorra a disseminação de poluentes muito tóxicos (ver fig. 12). Neste período de cercamento, são realizados procedimentos de medição, para avaliar a magnitude dos impactos ambientais, e definir os passos seguintes para a descontaminação. Durante este processo (que pode, como foi dito, durar até 50 anos), o local permanece cercado e torna-se uma espécie de “vazio urbano” (área sem função urbana).
- Absorção de gases tóxicos e voláteis com filtragem por carvão ativado, utilizado para locais contaminados por POP's.
- Tratamento biológico (bactérias e plantio de espécies que coletam toxinas). Estas espécies fixam as toxinas em sua estrutura (caules, folhas, raízes) ou se alimentam delas (bactérias), e são empregadas em contaminações superficiais (as raízes e bactérias têm alcance de cerca de 2.00m de profundidade)

- Remoção parcial ou integral do solo contaminado, utilizada quando a contaminação é localizada ou a contaminação é de larga escala (o solo contaminado removido é depositado em aterros especiais designados para isto)
- Dreno e queima de gases, que pode ser natural (o sistema de drenagem capta os gases por diferença de densidade em relação ao ar e os conduzem a queimadores) ou mecânico (sistema de sucção e bombeamento capta do gases).

FIG.12 – COFINAMENTO DE LENÇOL SUBTERRÂNEO COM MANTA PLÁSTICA
 FONTE: OCETA – ONTARIO CENTRE FOR ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY ADVANCEMENT.

- Tratamento de chorume: o líquido produzido é drenado para uma estação de tratamento de efluente (ETE), onde são empregados, na seqüência: o processo biológico, tratamento aeróbio com lodo ativado e adsorção por carvão ativado. Após passar por estas fases, o líquido é descartado em cursos d'água, e o material sólido que sobra é enviado ao aterro para disposição final.

Estas medidas, na maioria das vezes, são empregadas em conjunto, com o objetivo de tornar a descontaminação do local mais eficaz: cada tipo de medida é empregada para determinado tipo de contaminação (queima de gases para resíduos orgânicos, absorção de gases tóxicos para voláteis, etc) – e muitos aterros receberam carga variada (tipo e quantidade) de resíduos, o que implica a adoção destas medidas em conjunto.

Realizados os procedimentos de controle e/ou descontaminação, a tabela **xx** (“Matriz Tipo de Resíduo x Impacto Provocado”) relaciona, para cada tipo de resíduo depositado no aterro, a utilização e ocupação de solo compatível, isto é; estabelece a correspondência entre tipo de resíduo e utilização de solo adequada. A tabela foi montada com cruzamento de dados obtidos na pesquisa bibliográfica, estudo de caso e informações obtidas junto às agências ambientais (CETESB, EPA, e AHU-GTZ).

Observamos que as **soluções** recomendadas para as “novas áreas urbanas” (os antigos aterros que encerraram as atividades e encontram-se inseridos no tecido urbano) são derivadas da **função urbana lazer** (praças, parques e clubes esportivos):

- **Praças:** solução proposta para todos os tipos de resíduos, é adotada para áreas pequenas (ver nota 24), o investimento necessário para sua implantação é reduzido, há baixa solicitação geotécnica do solo (apesar das medidas de controle, monitoramento e descontaminação, o maciço sanitário continuar a se

degradar – e a reduzir seu volume – produzindo recalques contínuos e constantes); e este tipo de uso urbano atende às solicitações da população (os antigos aterros, depois de incorporados, localizam-se em áreas periféricas, geralmente desprovidas deste tipo de equipamento). As praças caracterizam-se por serem “áreas públicas não construídas” (Fonte: MICHAELLIS, op. cit.) e “áreas urbanas arborizadas para lazer e descanso” (Fonte: Historia de La Arquitectura y Del Urbanismo, Segre, Roberto). (fig. 13).

- **Parques:** esta solução é proposta para áreas de grande extensão, atendendo às mesmas demandas verificadas para as praças (baixo investimento, áreas com baixa capacidade geotécnica, etc); com uma recomendação a mais: em função da escala (a gleba utilizada neste caso tem dimensões maiores), há preocupação com a proteção dos taludes do maciço sanitário, que devem ser protegidos com vegetação rasteira para evitar trincas e fissuras nos taludes. Há duas diferenças fundamentais em relação às praças: extensão e tipo de equipamentos instalados (em maior número do que aqueles existentes em praças), porque parques são “áreas extensas e arborizadas, destinadas à recreação, jardim público arborizado para lazer, com grande extensão de terras e de bosques fechados “ (MICHAELLIS, op. cit.).
- **Clubes e Praças Esportivas:** solução intermediária entre praça e parque, adotada quando a topografia do aterro (plana e sem grandes taludes) permite a implantação de campos de futebol e quadras. O solo é sujeito à instabilidade

geotécnica (provocadas pelo processo de degradação do maciço sanitário, que ocorre mesmo com a implantação de medidas de controle, monitoramento e descontaminação). Ao contrário das soluções anteriores, esta é corrente nos locais de propriedade particular, onde há cobrança para utilizar o local. Enquanto em praças e parques a frequência de pessoas é temporária, em clubes existe a ocupação permanente do local (a administração está instalada nas dependências do clube), sujeita à ação de impactos ambientais, mesmo que residuais – ver nota 25.

FIG. 13 – ESQUEMA IDEAL DE ATERRO TRANSFORMADO EM PRAÇA OU PARQUE.

FONTE:

LOHJA ENVIROTEC

Tais soluções são adotadas porque, mesmo com o emprego de métodos de controle e monitoramento e medidas de descontaminação supracitadas, os aterros são formados por materiais heterogêneos e desagregados (LARA, 1999).

A pesquisa não encontrou referência a outros tipos de uso urbano, como instalações industriais, shopping centers, escolas, hospitais, etc. A explicação da ausência deste tipo de proposta talvez seja a incapacidade do atual desenvolvimento tecnológico em descontaminar solos de modo eficiente, de modo a eliminar por completo os impactos ambientais destas áreas – que podem se constituir em focos de epidemias públicas.

Entretanto, a pesquisa encontrou aterros utilizados como loteamentos residenciais em Mauá (vale do córrego Guararema) e Chicago (OKEKE, 2000). Esta solução de uso só deverá permitida para locais que receberam apenas resíduos inertes compostos principalmente por entulho de construção civil, que em função de suas características (compressividade, compacidade e resistência mecânica) são aptos a receber construções. Por ser material inerte, não há produção de gases e percolato; e o solo é quase estável do ponto de vista geotécnico (se houve compactação dos resíduos durante a fase de operação do aterro, os recalques são reduzidos). Como os aterros apresentaram solapamentos de pista, ruptura de redes subterrâneas de água e esgoto e trincas nas construções, conclui-se que os procedimentos recomendados (compactação dos resíduos) não foram adotados.

As soluções propostas para a incorporação dos antigos aterros urbanos, acima descritas, são adotadas em função de:

- **Instabilidade Geotécnica:** com exceção de aterros de inertes compactados, os aterros dos demais resíduos sofrem degradação biológica e processos de digestão, eventos naturais que ocorrem apesar das medidas de controle e/ou descontaminação empregadas. Em função disto, há movimentação do maciço sanitário, que sofre redução de volume. A digestão do material orgânico é contínua: o solo recalca uma velocidade média de cerca de 2.00m ao ano (em áreas já encerradas), e esta instabilidade geotécnica (principalmente em aterros com material orgânico) impede a execução de obras extensas ou edifícios.
- **Ausência de dados:** muitos aterros são antigos, e o controle sobre o que e quanto foi depositado era precário ou inexistente. O diagnóstico de áreas muito extensas – mesmo com a tecnologia atual - é falho, e esta imprecisão em identificar e quantificar os impactos ambientais presentes reduz as opções a serem utilizadas
- **Existência de impactos ambientais residuais:** apenas soluções drásticas (remoção da camada de solo contaminado) impedem a manifestação de impactos ambientais (emissão de gases e mau cheiro, principalmente) de forma residual (no capítulo 04, foram identificados impactos ambientais que se manifestam por até 10 anos após o encerramento do aterro). Mesmo em aterros

onde houve controle do material depositado, há esta manifestação, que se ocorrer acima de limites considerados seguros (que ultrapassem valores limites de tolerância), ocasiona riscos para a ocupação permanente do local. Isto acontece mesmo que de medidas de descontaminação sejam empregadas.

Em função destes problemas, atávicos a aterros, as soluções restringem-se a praças, parques e clubes esportivos, caracterizados pela baixa densidade de construção e ocupação (os antigos aterros continuam com a maior parte de sua área livre tomada por vegetação), e reduzida infra-estrutura necessária para implantação de um parque. O emprego de soluções fora destas respostas padronizadas pode produzir resultados desastrosos: na cidade de Mauá (Grande ABC paulista) foi construído conjunto habitacional de 20 edifícios, de 10 andares cada um, com população total de 3.000 pessoas. Este conjunto foi construído sobre antigo aterro industrial, que também recebeu considerável carga de resíduos orgânicos. O partido adotado (edifícios) exigiu a adoção de fundações profundas (estacas pré-moldadas), cravadas a 20.00m de profundidade (o relatório de sondagem indicou a presença de “solo orgânico de baixa resistência” e “vestígios de solo residual depositado”, indicando “aterro executado no local”, mas não se fez a correlação destas informações com a existência do aterro). As estacas alcançaram solo firme – após o aterro existente – e mascararam um dos problemas previstos para o aterro (instabilidade geotécnica). Na conclusão das obras e início da ocupação, os gases existentes (metano principalmente), encontraram saídas para extravasar, acumulando nos poços de visita e inspeção de bombas de recalques, que incendiaram quando a concentração de metano atingiu índices limites de

explosividade. A emissão de voláteis (originados da decomposição de POP's – Poluentes Orgânicos Persistentes) e a presença de metais pesados no conjunto habitacional traduziram-se no aumento de casos de cefaléia, dermatoses generalizadas e presença de chumbo no sangue. O aterro foi encerrado em 1985, e nestes 20 anos houve geração de gases.

Em outro exemplo, na cidade de Santo André, a mudança de uso sem controle, monitoramento ou descontaminação da área também produziu resultados negativos: um dos primeiros aterros de Santo André (aterro Espírito Santo) foi parcialmente tratado (apenas com dreno e queima de gases) em uma fração de sua área (que foi loteada). Na área tratada parcialmente, são comuns trincas e fissuras nas construções, devido à movimentação constante do solo. O restante da área seria destinado a praças e equipamentos de lazer, mas a demora em implantar estes equipamentos urbanos permitiu a invasão e ocupação do espaço por pessoas sem moradia em 1983 (ano em que foi oficialmente encerrado o aterro), área ainda ocupada atualmente (em levantamento realizado pelo IPT, há 800 famílias no local, com cerca de 1.400 moradores). De acordo com o IPT, os principais riscos a que estão expostos os moradores são a instabilidade geotécnica e a produção de gases no subsolo (*Fonte: Diário do Grande ABC, 01/06/2002*)

7.4 O Processo de Incorporação em Santo André

A dinâmica de incorporação de aterros ao tecido urbano de Santo André passou por fases distintas (ver capítulos 02 e 03), ocorrendo com a utilização parcial critérios para seleção de áreas para aterros (ver série de mapas 14 a 20, e mapa 21 - localização de aterros em Santo André).

MAPA 21 – ATERROS EM SANTO ANDRÉ
FONTE: ORGANIZADO PELO AUTOR

- Espaço disponível: os aterros sendo equipamentos urbanos de grande porte, os terrenos de dimensões suficientes para acomodar aterros estavam na periferia da área urbana, ou na zona rural.

- **Localização:** apesar de haver terrenos de dimensões compatíveis nas áreas periféricas, a seleção preferia locais distantes da área urbana. Além de “esconder” o problema, a tecnologia para controle e monitoramento dos impactos ambientais produzidos por aterros era pouco desenvolvida. Assim, impactos ambientais que hoje são de fácil resolução (o dreno e queima de gases, por exemplo), à época do ciclo de vida útil do aterro não possuíam solução. No mapa 21 nota-se a formação de um “anel de aterros” ao redor da área urbana central de Santo André.

GRAFICO 05 – USO DE SOLO ATUAL DOS ANTIGOS ATERROS – CIDADE DE SANTO ANDRÉ
 FONTE: ORGANIZADO PELO AUTOR

Outros critérios essenciais para a seleção de áreas (permeabilidade de solos, topografia, proximidade de área de empréstimo – que fornece a terra para recobrimento da camada de resíduo) foram desconsiderados, indicando a inexistência de planejamento para o sistema de coleta e disposição final de resíduos sólidos.

Como já foi dito, o processo dominante de incorporação de aterros em Santo André foi o de *encerramento*, com a sua transformação em áreas urbanas da função lazer; processo realizado sem a adoção de medidas de controle, monitoramento e descontaminação: dos 14 aterros identificados, 01 recebeu dreno de gases, 05 foram cercados e 01 (o atual aterro sanitário) emprega todas as medidas de controle e monitoramento recomendadas. E o não emprego destas medidas de utilização é generalizado: em 67% dos terrenos públicos não foram empregadas qualquer tipo de medida de controle, monitoramento e descontaminação; e em 75% dos terrenos particulares, a única medida utilizada foi o cercamento da área (utilizada para proteger a propriedade privada, ao invés de prática de controle para evitar a exposição) – ver tabela 11.

PROPRIEDADE	NÚMERO DE LOCAIS	ADOÇÃO DE MEDIDAS INTEGRAIS	ADOÇÃO DE MEDIDAS PARCIAIS
Pública	10	1	2
Particular	4	0	3

TABELA 11– ATERROS X MEDIDAS DE CONTROLE.
FONTE: ORGANIZADA PELO AUTOR.

O processo de encerramento seguiu a dinâmica de incorporação de aterros aqui descrita: próximos do final de seu ciclo de vida útil – ou já encerrado este ciclo, a expansão das áreas urbanas envolve o aterro; e no caso de Santo André, houve a incorporação direta com a modificação do uso de solo do aterro principalmente para a **função lazer** (64% dos aterros utilizam esta solução), apesar da necessidade do emprego de medidas de controle, monitoramento e descontaminação para possibilitar a

incorporação plena do aterro à mancha urbana; isto é, a incorporação aconteceu **sem** **que** medidas indispensáveis (dreno e queima de gases, tratamento de matérias infectantes e absorção de orgão clorados e POP'S) para o processo fossem implementadas. Esta mudança para a função lazer se verificou tanto nas áreas de propriedade pública, como as de propriedade privada, conforme a tabela xx.

GRÁFICO 06 – ATERROS EM SANTO ANDRÉ E MEDIDAS DE CONTROLE E MONITORAMENTO ADOTADAS.
FONTE: ORGANIZADO PELO AUTOR

Quando este processo se intensificou em Santo André (64% dos aterros foram incorporados à mancha urbana no período de 1980-1986), as pesquisas sobre incorporação de aterros e sua nova utilização urbana, e a tecnologia de tratamento ainda eram incipientes para justificar as soluções adotadas; e estas soluções (a transformação de aterros em áreas urbanas com função lazer) foram à época adotadas por:

- Investimento reduzido: A implantação de uma praça ou um local para prática de esportes possui custo baixo e é de rápida execução.

- Baixa solicitação geotécnica: os equipamentos a serem implantados (exceto no caso de ginásios esportivos) possuem cargas reduzidas, pouco solicitando o terreno quanto à sua capacidade de carga. O reconhecimento de que terrenos aterrados com materiais orgânicos e heterogêneos são instáveis e possuem pouca capacidade de carga é antigo (na República Romana, era proibido construir próximo à cloaca máxima e outros depósitos de lixo. *Fonte: Environmental Engineering, op. cit.*)
- Atendimento a demandas: há poucas áreas livres em Santo André, a transformação destas áreas em espaços públicos atende a exigências da população.

GRÁFICO 07 – USOS DE SOLO PREDOMINANTES NOS LOCAIS
FONTE: ORGANIZADO PELO AUTOR

Dentro da função lazer, a solução mais adotada foi a transformação de aterros em *praças*, apesar de 61% dos locais possuírem dimensões superiores a 01 hectare – que a pesquisa recomendou a transformação destes locais em parques. Como consequência, há praças extensas em Santo André (nada mais que grama, alguns bancos e algumas árvores compõem estas praças). Uma possível explicação para a implementação de praças em áreas de grandes dimensões é o custo: a implantação de um parque custa cerca de R\$ 750,00/m², ao passo que implantar uma praça custa cerca de R\$ 300,00/m² (SÃO CAETANO DO SUL, 1997). O valor foi obtido ao se dividir o custo para implantação do Parque Municipal Chico Mendes pela sua área – o que já inclui todos os equipamentos existentes no parque (lago, pistas para treinamento, parque infantil, sanitários); e o custo para implantação de um praça no bairro Santa Maria, na mesma cidade). Além disto, os custos de manutenção de um parque são bem maiores (há despesas com manutenção de brinquedos, espelho d'água, etc; que quase não existem em praças). Assim, é mais barato – e rápido – implantar praças, mesmo em áreas muito extensas. – *ver nota 26*.

A segunda solução mais utilizada foi a transformação de aterros em *clubes*, adotadas em áreas de dimensões superiores a 02 hectares (ver tabela *Disposição de Resíduos Sólidos*). Em um dos locais, o clube é apenas um campo de futebol, mas o outro é um complexo, com ginásio e parque aquático. Em visita a um dos locais transformados em clube, foi observada a existência de fissuras em todas as construções (os funcionários da manutenção disseram que “os trincos sempre voltam”), indicando a constante

movimentação do solo, além de reclamações de associados de que “em dias quentes, o cheiro de esgoto é muito forte”. Como não existem problemas construtivos ou operacionais na rede de esgotos, o cheiro é produto de gás metano, produzido no subsolo e que extravasa pelas áreas gramadas do clube.

A terceira solução para incorporação de aterros é o *abandono* da área, que permanece sem função urbana: ou é cercada e isolada (aterro DAEE), ou simplesmente esquecida.

Quanto aos terrenos de propriedade particular, as soluções resumem-se ao *abandono* (os locais dos antigos aterros são cercados e permanecem praticamente sem uso – 01 dos locais funciona como depósito de ferro velho), opção preferida dos aterros particulares (75% do total); ou são transformados em *clubes*.

GRÁFICO 08 – UTILIZAÇÃO DE ATERROS DE PROPRIEDADE PÚBLICA
 FONTE: ORGANIZADO PELO AUTOR

A consequência deste processo de incorporação em Santo André (realizado sem que os aterros sofressem algum tipo de ação mitigadora ou remediadora) foi a *manifestação*

de uma série de impactos ambientais, em praticamente todos os aterros que passaram pelo processo de incorporação. A maioria destes impactos ambientais pertence ao grupo MGP (gás metano e impactos derivados de resíduos orgânicos), presentes em 50% dos aterros incorporados (ver gráfico 09). O gás metano é produzido por até cerca de 10 anos após o encerramento do aterro (em locais onde não foram adotadas medidas de controle e monitoramento este prazo), se acumula em depressões e quando não tem por onde extravasar, forma bolsões – o acúmulo de gás é perigoso porque ele é explosivo (ver cap. 04).

GRÁFICO 09 – IMPACTOS AMBIENTAIS EM ATERROS DE SANTO ANDRÉ
FONTE: ORGANIZADO PELO AUTOR

Outro impacto ambiental presente, em todos aterros que receberam algum tipo de construção, foi o *fissuramento* destas construções, que persistia após a adoção de medidas corretivas. Esta persistência indica a constante acomodação do terreno, impacto previsto em função do processo de digestão e degeneração do maciço sanitário (ver capítulo 04).

A manifestação de impactos ambientais *infectantes* (resíduos hospitalares e materiais bioquímicos) foi identificada em 36% dos aterros; na maioria, de maneira residual, sinalizando a degradação destes componentes pelo solo.

Outro impacto ambiental identificado em 01 dos aterros pertence ao grupo de *químicos*, presente no aterro DAEE – lama de dragagem do Rio Tamanduateí, com alta carga tóxica. Nos demais aterros, a presença de químicos (que volatizam produzindo emissões tóxicas - a contaminação por POP'S é a mais séria: pesquisa realizada pelo Instituto Adolfo Lutz de Santos indicou que moradores do bairro Pilões, em Cubatão, apresentaram índices 20 vezes superiores) não foi identificada, mas em função do modo como o gerenciamento e operação do sistema de coleta de resíduos sólidos em Santo André foram feitos (com descarga de todo tipo de material praticamente 'in natura', sem qualquer tratamento prévio), a pesquisa de solo certamente indicará a presença destes poluentes no solo.

Observamos que a incorporação de aterros à mancha urbana em Santo André **não foi um processo pleno**, uma vez que, apesar de adotadas as soluções recomendadas para esta incorporação, os aterros não foram previamente preparados para a incorporação: não foram adotadas medidas de controle e monitoramento durante o ciclo de vida útil do aterro (o que possibilitaria a sua incorporação imediata ao tecido urbano, uma vez encerradas suas operações); nem foram empregadas medidas de descontaminação, necessárias quando as primeiras (medidas de controle e monitoramento) não são adotadas (incorporando o aterro de forma *indireta* ou *não*

imediate). Em função disto, os aterros – agora inseridos na mancha urbana – continuam a produzir impactos ambientais, que se manifestam na utilização e ocupação do solo urbano – ver gráfico 09.

As principais manifestações destes impactos ambientais no uso e ocupação do solo urbano, identificadas em Santo André, são as seguintes:

- **Perda de valor:** os imóveis localizados próximos aos aterros tiveram significativa desvalorização imobiliária, os índices fiscais (referências sobre as quais o Poder Público Municipal cobra impostos) reduziram-se da média de 117,25 para 88,06 entre 1986 e 2004 – desvalorização de 33,14% no período.
- **Recalques no solo:** todos os aterros apresentam recalques (constatado pelas fissuras e trincas nas construções), solapamentos e instabilidade do talude (a praça Jardim Marek passou por obras de contenção do talude).
- **Riscos de explosões e mau cheiro:** algumas praças e clubes apresentam mau cheiro, fruto da produção de biogás. Onde o biogás não extravasou, formaram-se bulbos (bolsões de gás) junto à superfície, onde há o risco de explosões em função do acúmulo de gás metano (ver foto 02, do aterro João Dulcin).
- **Diminuição de água de captação:** algumas casas, próximas aos aterros, possuíam poços de água (a profundidade máxima destes poços, segundo

entrevista com moradores, era de 10.00m); que se tornaram imprestáveis com o estabelecimento dos aterros.

O processo de incorporação foi implementado desta forma, devido a ação de fatores acima descritos (baixa solicitação geotécnica, investimentos reduzidos para implantar as soluções adotadas, atendimentos a demandas da população por áreas livres e espaços de lazer); e pela ação de alguns fatores externos ao processo:

- **Fragmentação administrativa:** o território disponível para a implantação de locais reduziu-se em 78.80% em 08 anos (neste período, ocorreu expressiva redução do espaço administrado pelo município), limitando a oferta de áreas disponíveis.
- **Legislação:** a Lei de Proteção aos Mananciais, de 1976, impôs restrições severas ao uso do solo do município, restringindo a ocupação em 64% da área administrada pela Prefeitura Municipal.

Estes fatores externos – que se repetem em menor escala nos outros dois casos analisados, São Paulo e Rio Claro – atuaram em Santo André como catalisadores do processo, ao tornar mais rápido o ciclo de vida útil do aterro (no terceiro período da coleta e disposição final de resíduos sólidos em Santo André, o ciclo de vida útil do aterro reduziu-se de 30 anos para 07 anos). Assim, o processo de incorporação, além de parcial (uma vez que os aterros foram incorporados sem os devidos cuidados), e

caracterizado pelo imprevisto (os critérios de seleção e definição de áreas eram vagos e pouco precisos); sofreu a influência de fatores externos, que aceleraram a incorporação de aterros à mancha urbana.

ATERROS														
USO ADOPTADO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	loteamento invadido	praça e campo fut.	clube esp.	sem uso (cerc.)	praça	praça	praça	abandon.	abandon.	clube esp.	abandon* (cerc.)	abando. (cerc.)	praça	em uso
IMPACTOS AMBIENTAIS														
recalques														
gases														
viáveis														
infedantes														
chorume														
gesteonia														
instabilidade do radço														

* nos limites do aterro, foi construída uma escola

FONTE: ORGANIZADO PELO AUTOR

OBSERVAÇÃO: CONSULTAR TAMBÉM TABELA "DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS E MAPAS DE EVOLUÇÃO URBANA DE 1906 A 2000.

ATERROS	PROBLEMAS VERIFICADOS NOS LOCAIS
1- ATERRO ESPÍRITO SANTO SANTO	Área que não se integrou e foi ocupada por uma invasão. É a de maior risco para seus ocupantes, porque não houve tratamento dos impactos
2- ATERRO JOÃO DULCIN	Ocupado parte por um clube e parte por uma praça. Sua utilização é baixa, e o local assemelha-se a um descampado
3- ATERRO ITAIPAVA	Sobre o local foi construído um clube esportivo, com manifestações de impactos ambientais: os frequentadores notam o cheiro de gás metano
4- ATERRO DAEE	Área cercada sem utilização, constitui-se em um vazio urbano (área cercada sem função urbana)
5- ATERRO CENTREVILLE	Praça com alguns equipamentos urbanos, pouco utilizada
6- ATERRO JARDIM MILÉNA	Praça sem qualquer tipo de equipamento, assemelha-se a um terreno baldio
7- ATERRO JARDIM LAS VEGAS	Praça sem qualquer tipo de equipamento, assemelha-se a um terreno baldio
8- ATERRO PEDROSO	Local onde foi principalmente depositado entulho de construção civil, situa-se na Área de Proteção aos Mananciais
9- ATERRO GUARATINGUETA	Área abandonada, eventualmente são realizadas competições esportivas de "motocross"
10- ATERRO GUARARA	Sobre o local, foi construído clube de "futebol society". As dependências (vestiários, lanchonete e administração) apresentam fissuras
11- ATERRO MARACÁBO	Abandonado e cercado (vazio urbano), em seu limite foi construída uma escola pública
12- ATERRO VILA SÁ	Cercado, em seu interior funciona um depósito de ferro velho e de material reciclado.
13- ATERRO JALLES	Praça sem qualquer tipo de equipamento, assemelha-se a um terreno baldio
14- ATERRO SÃO JORGE	Área em uso situada na periferia, a área urbana já atingiu seus limites

TABELA 12 - USOS ATUAIS X CONSEQUÊNCIAS DOS ATERROS EM SANTO ANDRÉ

Esta tabela apresenta o resumo do que foi realizado em Santo André (quais soluções foram adotadas para modificar o uso de solo) e quais foram as consequências destas soluções (quais impactos ambientais foram identificados em cada local).

7.5 Propostas

A pesquisa demonstrou ser comum a incorporação de aterros pela mancha urbana. O seu uso é modificado para outras funções urbanas, a função lazer destacando-se como a mais recomendada. E esta incorporação, para ser plena, deve ser realizada de acordo com parâmetros descritos no item 7.3.

Há a necessidade da melhoria da gestão destes aterros, com o controle e medição do que continua a ser produzido nestes locais, a fim de se evitar riscos pela sua ocupação e utilização. O estabelecimento de diretrizes para a incorporação de aterros, com a identificação de resíduos depositados e o levantamento de riscos (presentes e potenciais), e a definição de formas de tratamento / descontaminação do solo , definindo-se – em função deste diagnóstico – qual será a utilização mais adequada das áreas são elementos imprescindíveis da gestão de aterros.

A melhoria da gestão necessariamente inclui o estabelecimento de plano diretor de resíduos, integrado ao plano diretor do município, com seleção de áreas para formas de disposição final e formas de tratamento. E consolidar algumas **regras** para a seleção de novas áreas com utilização de instrumental de controle, medição e monitoramento

adequado a cada tipo de resíduo depositado (definido nos capítulos 04 e 06), o que definirá o modo de descontaminação do local e sua incorporação “mais veloz” ao tecido urbano. Algumas das regras para seleção das novas áreas devem considerar:

- Permeabilidade do solo
- Capacidade de carga das áreas
- Vida útil do aterro
- Tipo de resíduo depositado
- Seleção de usos de solo para a área, de acordo com opções definidas em 6.3, de modo que sua incorporação às áreas urbanas aconteça sem a necessidade da implantação de medidas drásticas de descontaminação.

E para os aterros existentes – os mais problemáticos, visto que muitos foram operados inadequadamente – definir o **roteiro de incorporação**, estabelecendo rotinas e procedimentos a serem tomados para que a incorporação ao tecido urbano aconteça de modo pleno.

Para os aterros já encerrados, diagnóstico do local (levantamento de material depositado, identificação de impactos ambientais presentes e propostas de formas de

tratamento) e contínuo controle destes impactos (medição de sua intensidade e extensão de sua influência), para permitir a incorporação plena do aterro à mancha urbana.

FIG. 14 – DIGRAMA SIMPLIFICADO PARA UM SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS.

FONTE: TCHOBANOGoulos, et all, 1977)

A melhoria na gestão dos aterros faz parte da estratégia de desenvolvimento da cidade, eliminando ou reduzindo a incidência de impactos ambientais em áreas urbanas; tornando-se ferramenta para o desenvolvimento adequado das áreas urbanas. Esta gestão torna-se crítica quando se entende que o ambiente não é estático, mas é um meio dinâmico, onde as suas partes estão em contínua interação; caracterizando o que chamamos de processo.

A matriz abaixo sistematiza as informações apresentadas, e relaciona pra cada tipo de resíduo depositado a solução mais adequada para a alteração de uso de solo do aterro, possibilitando a sua incorporação plena às áreas urbanas.

MATRIZ RESÍDUOS X USO DE SOLO

RESÍDUO DISPOSTO	IMPACTO AMBIENTAL PROVOCADO	USO DE SOLO PROPOSTO
Orgânico		
	PRODUÇÃO DE GASES	Praças Parques Praças Esportivas
	PRODUÇÃO DE CHORUME	
	INSTABILIDADE DO MACIÇO	
	AUMENTO DE TRÁFEGO	
	AUMENTO DE VETORES	
Inerte	INSTABILIDADE DO MACIÇO	LOTEAMENTOS RESIDENCIAIS (BAIXA CARGA)
	AUMENTO DE TRÁFEGO	
Químicos		
	EMIÇÃO DE VOLÁTEIS	Praças Parques Praças Esportivas
	PRODUÇÃO DE CHORUME	
	INSTABILIDADE DO MACIÇO	
	AUMENTO DE TRÁFEGO	
Hospitalar	AGENTES INFECTANTES	Praças Parques
	DESCARGA DE MATERIAL TÓXICO	
	INSTABILIDADE DO MACIÇO	
	PRODUÇÃO DE CHORUME	
	AUMENTO DE TRÁFEGO	

1 - COMPOSTO PRINCIPALMENTE POR LIXO DOMILIAR E PÚBLICO

2 - COMPOSTO PRINCIPALMENTE POR ENTULHO DE CONSTRUÇÃO CIVIL

3 - COMPOSTO PRINCIPALMENTE POR REFUGOS E REJEITOS DE PRODUÇÃO INDUSTRIAL

FONTE: ORGANIZADA PELO AUTOR

8 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ANCONA, A.L.; SILVA, L.O. Estudo de impacto: Perspectivas de ação a nível municipal. In: **Espaço & Debates**: Revista de estudos regionais e urbanos. Volume 12, nº 35, 1992.

ANDREOLI, C.V. et al. Diretrizes para elaboração de estudo de impactos ambientais para obras de saneamento. In: JUCHEM P.A. (coord.) **Manual de avaliação de impactos ambientais**. 2ª edição, Curitiba, IAP/GTZ, 1993.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TECNICAS (ABNT). **Coleta, varrição e acondicionamento de resíduos sólidos urbanos: Terminologia – NBR 12.980**. Rio de Janeiro, 1993.

_____. **Normas para elaboração de Plano Diretor – NBR 1.350**. Rio de Janeiro, 1991.

_____. **Resíduos sólidos: Classificação – NBR 10.004**. Rio de Janeiro, 1987.

_____. **Projeto de aterros controlados de resíduos sólidos urbanos – NBR 8.849**. Rio de Janeiro, 1985.

_____. **Projeto de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos – NBR 8.419**. Rio de Janeiro, 1984.

_____. **Projeto de aterros de resíduos industriais perigosos – NBR 8418**. Rio de Janeiro, 1984.

AZEVEDO, J. Aterro e mal necessário: enterrar resíduos e a solução mais simples e barata, dizem especialistas. **Gazeta Mercantil**, São Paulo, 26 de junho de 2001, Local, pág. 03.

AZEVEDO, J. Falta de espaço para aterros exige união de cidades **Gazeta Mercantil**, São Paulo, 16 de julho de 2001, Local, pág. 03.

AZEVEDO NETO, J. M.; BOTELHO, M.H.C. **Manual de Saneamento de Edificações** Editora PINI, São Paulo, 1991.

BADEN, B.M.; COURSEY, D.L. The locality of waste sites within the city of Chicago. **Resource and Energy Economics** New York, v.24, pags. 53-93, fevereiro de 2002.

BATALHA, B.L. **Glossário de engenharia ambiental.** Brasília, Ministério das Minas e Energia / Departamento Nacional de Produção Mineral, 1986.

BERNSTEIN, J.D. **Land use considerations in urban environmental management.** nº 12, Washington, UNPD/UNCHS, World Bank, 1994.

BERTOLINI, L. ; DIJST, M. Mobility Environments and Network Cities **Journal Of Urban Design,** Taylor & Francis Group, v. 08, number 01, pages. 27-43 February, 2003.

BITAR, O.Y. (coord.) et al. **O meio físico em estudos de impacto ambiental.** São Paulo, Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1990 (Publicação IPT; nº 1.823).

BRAGA, B.; et al. **Introdução à engenharia ambiental.** Prentice Hall, São Paulo, 2002.

BRASIL. Constituição, 1988. **Constituição da Republica Federativa do Brasil, 1988.** São Paulo, Saraiva, 1988.

_____. Lei nº 6766, de 19 de dezembro de 1979. Dispõe sobre o parcelamento do solo urbano e da outras providencias. Relator: Otto Lehmann. **Arquivo Senado Federal.**

_____. Portaria nº 3214, de 08 de junho de 1978. Dispõe sobre medicina e segurança do trabalho **Editora Atlas,** 4ª edição, São Paulo, 1999.

BRUNA, G. C. (org.). **Questões de organização do espaço regional** Edusp, São Paulo, 1983.

CARTILHA DE LIMPEZA URBANA. Disponível em
http://www.resol.com.Br/cartilha/tratamento_método.asp. Acesso em 02 / 02 / 2005.

CARVALHO, A. B. et al **Benzeno**: subsídios técnicos a Secretaria de Segurança e Saúde do Trabalho (SSST / MTb), São Paulo, FUNDACENTRO, 2ª edição, 1995.

COMISION ECONOMICA PARA AMERICA LATINA Y EL CARIBE (CEPAL). **El ordenamiento territorial como instrumento de la gestion ambiental**: El caso de los residuos sólidos. Caracas, CEPAL/GTZ, 1997.

_____. La evaluación de impacto ambiental y la gestion de residuos. Caracas, CEPAL/GTZ, 1995.

COMPANHIA DE TECNOLOGÍA DE SANEAMENTO AMBIENTAL DE SAO PAULO (CETESB). **Aterro Sanitário**. São Paulo, CETESB, 1997^a (apostilas ambientais)

_____. **Aterro sanitário em valas**. São Paulo, CETESB, 1997b. (Apostilas ambientais).

_____. **Resíduos perigosos na Região Metropolitana de São Paulo** Série relatórios, Secretaria Estadual de Meio Ambiente São Paulo, CETESB, 1993.

_____. **Resíduos sólidos na região metropolitana da Grande São Paulo** Encontro Técnico São Paulo, 1990

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTAL (CONAMA). **Resoluções CONAMA: 1984/1996**. Brasília, SEMA, 1996.

CONSONI, A.J.; BENVENUTO, C.; PARZANESE, G.A.C.; SILVA, I.C.; ALBUQUERQUE, J.L.; CUNHA, M.A. Disposição final do lixo. In: JARDIM, N.S. (coord) et al. **Lixo Municipal**: Manual de gerenciamento integrado. São Paulo, IPT/CEMPRE, 1995. (Publicações IPT; nº 2.163).

_____. ; PERES, C.S. Origem e composição do lixo. In: JARDIM, N.S. (coord.) et al. **Lixo Municipal: Manual de gerenciamento integrado**. São Paulo, IPT/CEMPRE, 1995. (Publicações IPT; nº 2.163).

DA LUZ, F.X.R.; **O aproveitamento do lixo** Revista Engenharia nº 1845, volume 37, pág. 153-156, São Paulo, fevereiro de 1969.

DAVIS, M.L.; CORNWELL, D.A. **Introduction to environmental engineering** New York, McGraw-Hill Inc., 1991.

DEMARJOVIC, J. A evolução dos modelos de gestão de resíduos sólidos e seus instrumentos. In: cadernos FUNDAP – Fundação de Desenvolvimento Administrativo. **Política ambiental e gestão dos recursos naturais** nº 20, São Paulo, FUNDAP, 1996.

DEPARTAMENTO DE AGUAS E ENERGIA ELETRICA (DAEE); Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT). **Controle de erosão: bases conceituais e técnicas; diretrizes para o planejamento urbano e regional; orientações para o controle de voçorocas urbanas**. São Paulo, DAEE/IPT, 1989.

DELLELIS, R. et al. **A era do trem** Lu Fernandes & Nastan Editores, São Paulo, 1999.

DEUTSCH GESELLSCHAFT FUR TECHNISCHE ZUSAMMENARBEIT - AHU - GTZ in **Solid Waste Landfills**. Disponível em <<http://www.epa.gov>>. Acesso em 09/07/2003.

EMPRESA METROPOLITANA DE PLANEJAMENTO S.A. (EMPLASA) **Proteção aos mananciais Legislação Roteiro para implantação de Projetos** São Paulo, Imprensa Oficial do Estado, 1984.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA) **Draft report on the environment** Washington, D.C. Disponível em <<http://www.epa.org>>. Acesso em 09/06/2005.

_____. **Guide for Infections waste management** Washington, D.C., 1986 (EPA/530 – SW – 86 – 014).

FELLEMBERG, G. **Introdução aos problemas de poluição ambiental.** São Paulo, EPU/Springer/EDUSP, 1980.

FERRARI, C. **Curso de planejamento urbano integrado: Urbanismo.** 6ª edição, São Paulo, Pioneira, 1988.

FERREIRA, A.B.H. **Dicionário Aurélio da língua portuguesa.** Rio de Janeiro, Editora Nova Fronteira, 1995.

FIGUEIREDO, P.J.M. **A sociedade do lixo: os resíduos, a questão energética e a crise ambiental.** 2ª edição, Piracicaba, Editora Unimep, 1995.

FIGUEIREDO, R.B. **Engenharia social: Soluções para áreas de risco.** São Paulo, Makron Books, 1994.

FORNASARI FILHO, N.; BITAR, O.Y. (coord.) et al. **Alterações do meio físico decorrentes de obras de engenharia.** São Paulo, Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1992 (Publicação IPT; nº 1.972).

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE (FUNASA) **Manual de Saneamento** 3ª edição Brasília, [s.n.] 1999.

GAIARSA, O. **A cidade que dormiu três séculos** Melhoramentos, São Paulo, 1977.

GUIDICINI, G.; NIEBLE, C.M. **estabilidade de taludes naturais e de escavação.** São Paulo, Edgard Blucher, 1983.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R. **Física 3** 4ª edição, LTC Editora Ltda. São Paulo, 1990.

HANKS, T.G.; **Solid waste disease relationship** Department of health education and welfare Cincinnati, U.S. 1967.

HAUSER, P.M.; SCHNORE, L.F. **Estudos de Urbanização** Livraria Pioneira São Paulo, 1976.

HELLER, L. ; CATAPRETTA C.A Disposição de resíduos sólidos em áreas urbanas e saúde: o caso de Belo Horizonte, Brasil **Publimed – National Institute of Health** Washington, D.C. julho de 2003.

HILST, G.R. **Poluição: outra dimensão da urbanização** LTC Editora Ltda. São Paulo, 1972.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE) **Censo demográfico: 1940 – 1991.** Imprensa Oficial da União Brasília, 2000.

JARAMILLO, J. **Residuos Sólidos Municipales:** Guia para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales Programa de salud ambiental Serie Técnica nº 28 Organización Panamericana de Salud (OPAS) Washington D.C. 1991.

JARDIM, N.S. (coord.) et al. **Lixo municipal:** Manual de gerenciamento integrado. São Paulo, IPT/CEMPRE, 1995 (Publicação IPT; nº 2.163).

KLINK, J.J. **A cidade região:** regionalismo e reestruturação no Grande ABC paulista DP&A Rio de Janeiro, 2001.

LANDSBERG, H.E. **The urban climate.** New York, Academic Press, 1981.

LARA COMERCIO E PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS LTDA. **Relatório de Impacto Ambiental** Mauá, [s.n.] 1999, 275 p.

LEAO, A.L. Geração de resíduos sólidos urbanos e seu impacto ambiental. In: MAIA, N.B.; MARTOS, H.L. (coords.). **Indicadores ambientais.** Sorocaba, s.d., 1977.

LEITMANN, J. **Rapid Urban environmental assesment:** Lessons from cities in the developing world nº 12, Washington, UNDP/UNCHS/World Bank, 1994.

LIBERAL, C.G.; JUCHEM, P.A.; DILGER, R. Integração do planejamento, ordenamento territorial e avaliação de impactos ambientais. In: JUCHEM, P.A. (coord.). **Manual de avaliação de impactos ambientais**. 2ª edição, Curitiba, IAP/GTZ, 1993.

LOVE, J.L. **A construção do terceiro mundo** Paz & Terra, São Paulo, 1998.

MANUAL AMBIENTAL Disponível em: < [http://www.tecsol.com.Br / manual ambiental htm](http://www.tecsol.com.Br/manual_ambiental.htm) Acesso em: 07 / 04 / 2004.

MARCUS, L.G. **A methodology for post-EIS (Environmental Impact Statement) monitoring**. Reston, U.S. Geological Survey, 1979.

MARSH, W.M. **Environmental analysis for land use and site planning**. United States, McGraw-Hill Book Company, 1978.

MATO, R.R.A.M. Environmental implications involving the establishment of sanitary landfills in five municipalities in Tanzania. **Resources, Conservation and Recycling** Boston, v.25, pags. 01-15, janeiro de 1999.

MENDES, M.R.; ARAMAKI, T.; HANAKI, K. Assesment of the environmental impact of the management measures for the biodegradable fraction of municipal solid waste in Sao Paulo City. **Resources, conservation and recycling** Boston, v.41, pages 47-63, abril de 2004.

MILLER, R.W. **Urban Forestry: Planning and Managing Urban Green spaces**. 2nd ed. New Jersey, Prentice Hall, 1997.

MUMFORD, L. **A cidade na historia: Suas origens, desenvolvimento e perspectivas**. Tradução de Neil R. da Silva, 2ª edição, São Paulo, Martins Fontes, 1982.

NAUMOFF, A.; PERES, C.S.; TEIXEIRA JUNIOR, P.B.; SILVEIRA, P.B.M.; KIEHL, E.J. Reciclagem da matéria orgânica. In: JARDIM, N.S. (coord.) et al. **Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado**. São Paulo, IPT/CEMPRE, 1995. (Publicações IPT; nº 2.163).

NECESSIDADE de valas nos aterros municipais Santo André, Jornal Tribuna Popular Ilustrada maio de 1966 pág. 22.

OGATA, M.G. **Os resíduos sólidos na organização do espaço e na qualidade do ambiente urbano:** Uma contribuição geográfica ao estudo do problema na cidade de São Paulo. Rio de Janeiro, IBGE/SUPREN, 1983. (Serie Recursos Naturais e Meio Ambiente, 8).

OKEKE, C.U.; ARMOUR, A. Post –landfill sitting perceptions of nearby residents: a case study of Halton landfill. **Applied Geography** New York, v.20, pags. 137-154 abril de 2000.

OTTAWA CENTRE FOR ENVIRONMENTAL TREATMENT ADVANCEMENT (OCETA)
Disponível em <<http://www.oceta.org.ca>. Acesso em 20/09/2003.

PASSARELLI, S. **Evolução Urbana do Grande ABC** Dissertação (Mestrado em Urbanismo). 1985. 120f. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1985.

PEREIRA NETO, J.T.; CASTILHOS JUNIOR, A.B.; OLIVEIRA, S.M.L. Resíduos urbanos domiciliares: Um paradoxo da sociedade moderna. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITARIA E AMBIENTAL. 17, Natal, 1993. **Anais** volume 2, tomo III, Rio de Janeiro, ABES, 1993.

PIRES, P.S. Procedimentos para análise da paisagem na avaliação de impactos ambientais. In: JUCHEM, P.A. (coord.) **Manual de avaliação de impactos ambientais**. 2ª edição, Curitiba, IAP/GTZ, 1993.

PREFEITURAS criam órgão intermunicipal para combater a poluição. Santo André, Jornal a Gazeta, 26 de novembro de 1957 pág. 12

PUPPI, N.J. **Estruturação sanitária das cidades**. Curitiba, Universidade Federal do Paraná / São Paulo, CETESB, 1981.

QUEIROZ, S.M.P. Avaliação de impactos ambientais: conceitos, definições e objetivos. In: JUCHEM, P.A. (coord.) **Manual de avaliação de impactos ambientais**. 2ª edição, Curitiba, IAP/GTZ, 1993.

RAFAEL, L.F.A. **Plano de gerenciamento de resíduos sólidos da Santa Casa de Misericórdia de Mauá** Mauá, SCM, 2000, 25 p. (Relatório elaborado para enquadramento da instituição as exigências da Resolução Secretaria Estadual da Saúde nº 95, de 05 de abril de 1999).

REIS, N.G. **Evolução urbana do Brasil 1500 / 1720** 2ª edição Ed. PINI São Paulo, 2201.

REVKIN, A.C. Plantas tornam-se armas contra a poluição **O Estado de São Paulo** 21 de abril de 2001a Ciência e tecnologia pág. 18

_____. Produção alternativa de energia a partir de lixo. **O Estado de São Paulo** 19 de Novembro de 2001b. caderno Cidades pág. C5.

RIO CLARO Departamento de Serviços Urbanos **Orçamento Municipal** Publicado em **Folha de Rio Claro**, pág. 09 05 de Abril de 2004.

ROCCA, A.C.C. (coord.) et al. **Resíduos sólidos industriais.** 2ª edição, São Paulo, CETESB, 1993.

ROHDE, G.M. **Sistemas de monitoramento ambiental:** Conceitos básicos e proposta para geossitema. Porto Alegre, CIENTEC, 1991.

_____. **Estudos de impacto ambiental.** Porto Alegre, CIENTEC, 1988.

SANCHEZ, L.E. O processo de avaliação de impacto ambiental, seus papeis e funções. In: SÃO PAULO (ESTADO). Coordenadoria de Planejamento Ambiental. **A efetividade do processo de avaliação ambiental no Estado de São Paulo:** uma análise a partir de estudos de caso. São Paulo, Secretaria de Estado do Meio Ambiente / Coordenadoria de Planejamento Ambiental, 1995.

SANTOS FILHO, E: et al **Grau de exposição a praguicidas organoclorados em moradores de aterro a céu aberto.** Revista de saúde Pública, v.37, nº 04, pág. 515-522, 2003.

SANTO ANDRÉ. Decreto municipal nº 13.767, de 04 de novembro de 1996. Dispõe sobre a utilização da usina de compostagem pelo município de Rio Grande da Serra. Publicado em **Diário do Grande ABC**, Santo André, nº 9477, pág. 21, 07 de novembro de 1996.

_____. Decreto municipal nº 14.311, de 20 de outubro de 1999. Dispõe sobre a destinação de esgoto nas bacias hidrográficas dos Rios Grande, Pequeno e Mogi. Publicado em **Diário do Grande ABC**, Santo André, caderno classificados, pág. 20, 23 de outubro de 1999.

_____. Lei municipal nº 7446, de 25 de novembro de 1996. Institui o plano municipal de limpeza urbana. Publicado em **Diário do Grande ABC**, Santo André, caderno classificados, pág. 18, 29 de novembro de 1996.

_____. Museu Municipal. **Acervo de fotos históricas: 1900-2000.** arquivo digital de documentos Tombo nº 3445-B, Santo André, 2000.

_____. Museu Municipal. **Serie “Relatórios da Administração Municipal: 1945-1965”** v.2, pág. 129 Santo André, 1965.

_____. SECRETARIA DE SERVIÇOS URBANOS. **Resposta a ofício em que é solicitada a identificação de todos aterros municipais operados por esta secretaria,** Santo André, 2001.

_____. SECRETARIA DE FINANÇAS **Planta genérica de valores e índices fiscais ,** Santo André, 1995 e 2002

SANTO ANDRÉ SECRETARIA DA HABITAÇÃO **Cadastramento de famílias do Núcleo Espírito Santo** Santo André, 1999.

SÃO BERNARDO **Atas da Câmara municipal,** v.1, São Bernardo, 1917

SÃO CAETANO DO SUL. Departamento de Finanças **Orçamento Municipal:** exercício de 1996. Publicado em **Diário do Grande ABC**, Santo André, caderno classificados, pág. 17, 24 de Fevereiro de 1997.

SÃO PAULO (ESTADO). Coordenadoria de Planejamento Ambiental. **Estudo de impacto ambiental – EIA; Relatório de Impacto Ambiental – RIMA**: Manual de orientação. São Paulo, Secretaria de Estado do Meio Ambiente / Coordenadoria de Planejamento Ambiental, 1992. (Serie manuais).

SÃO PAULO (ESTADO) SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE **A cidade e o lixo**. Imprensa Oficial do Estado de SP. São Paulo, 1998.

SÃO PAULO (ESTADO). Decreto estadual nº 8.468 de 08 de setembro de 1976. Dispõe sobre a prevenção e controle da poluição do meio ambiente. **Serie Documentos** – Secretaria de Estado do Meio Ambiente, São Paulo, CETESB, 1995.

____. Lei estadual nº 997, de 31 de maio de 1976. Dispõe sobre o controle da poluição do meio ambiente. **Serie Documentos** – Secretaria de Estado do Meio Ambiente, São Paulo, CETESB, 1995.

____. Lei estadual nº 7.750, de 31 de março de 1992. Dispõe sobre a política estadual de saneamento. **Serie Documentos** – Secretaria de Estado do Meio Ambiente, São Paulo, CETESB, 1995.

SEABRA, O.C.L. A problemática ambiental e o processo de urbanização no Brasil. In: GRIMBERG, E. (org.) **Ambiente urbano e qualidade de vida**. São Paulo, POLIS, 1991. (POLIS publicações, 3).

SEGRE, R. **Historia de la arquitectura y del urbanismo**: Países desarrollados in siglos XIX y XX. Fareso Publicaciones, Madrid, 1983.

SENGES, G.H. **Limpeza urbana**: Métodos e sistemas. Rio de Janeiro, INAM, 1969.

SILVA, S.S. **Expansão da industria cafeeira e origens da indústria no Brasil**: São Paulo. Alfa-ômega, São Paulo, 1976.

SISSINNO, C.L.S. Disposição em aterros controlados de resíduos sólidos industriais não inertes: avaliação dos componentes tóxicos e implicações para o ambiente e saúde humana. **Caderno de Saúde Pública** v.19, nº 02, págs. 369-376, março/abril de 2003.

SIVIERO, S. Laudo do Jardim das Oliveiras e adiado. **Diário do Grande ABC**. Santo André, 12 de setembro de 2003, Setecidades, pág. 05.

SOARES, P.; ESSENFELDER, R. Natureza pode retornar a aterros de lixo desativados, afirma estudo **Folha de S. Paulo** São Paulo, 19 de julho de 2002 Cotidiano, pág. C4

SZMRECSÁNY, T. (org.), et al **História econômica da cidade de São Paulo** Editora Globo, São Paulo, 2004.

TAMASAUSKAS, N. Cidade São Jorge receberá mais lixo **Diário do Grande ABC**, Santo André, 24 de abril de 2004, Setecidades, pág. 01.

TARDELLI FILHO, J. **Fundamentos e metodologia de proteção aos mananciais através do disciplinamento do uso e ocupação do solo.** São Paulo, 1987. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

TAUK, S.M. **Análise ambiental: uma visão multidisciplinar** Rio Claro –SP Ed. Unesp 2003

TCHOBANOGLIOUS, G.; THEISEN, H.; ELIASSEN, R. **Solid Wastes** McGraw-Hill, New York, 1977.

TORREIRA, R.P. **Manual de Segurança Industrial** Margus Publicações, São Paulo, 2001.

VIVEIROS, M. Ambiente: Shell é denunciada por poluir Vila Carioca **Folha de S. Paulo**, São Paulo, 14 de abril de 2004, Cotidiano, pág. C7.

_____. Ex – aterros de SP tem ocupação de risco. **Folha de S. Paulo**, São Paulo, 09 de dezembro de 2001, Cotidiano, págs. 01 e 03.

WELLS, C.; D'ALMEIDA, M.L.O.; SCHNEIDER, D.M. Segregação de materiais. In: JARDIM, N.S. (coord.) et al. **Lixo municipal: Manual de gerenciamento integrado.** São Paulo, IPT/CEMPRE, 1995. (Publicação IPT; nº 2.163).

WORLD BANK. **Urban policy and economic development:** An agenda for the 1990s. Washington, D.C., World Bank, 1991.

ZMITROWICZ, W.; ANGELIS NETO, G. **Infra-estrutura urbana.** São Paulo, Edusp, 1997. (Texto Técnico da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Construção Civil, TT/PCC/17).

ANEXO – Notas de rodapé

1 – O *NOVO DICIONÁRIO AURÉLIO SÉCULO XXI*, 3.ª edição traduz evolução como “processo lento e contínuo de transformação, especialmente aquele em que certas características tornam-se mais complexas”. Este conceito embute a idéia de mudança (modificação), que ocorre em núcleos urbanos que evoluem.

2 - REIS, NESTOR GOULART – *Evolução Urbana do Brasil, 1500-1720*, São Paulo, Ed. PINI, 2.ª edição, 2000. O autor aplica o conceito de *evolução urbana entendida como expansão e ampliação da mancha urbana* ao analisar o processo de ocupação do território na Colônia (a criação de uma rede de cidades ao redor das capitais mais importantes) e do crescimento das cidades principais.

3 – *CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – Resolução CONAMA n.º 05 de 05 de Agosto de 1993*. Esta resolução tornou obrigatória a apresentação de Estudos de Impacto Ambiental, com a relação de todos os possíveis impactos causados ao meio ambiente por determinado empreendimento e as ações que serão adotadas para impedir a ocorrência destes impactos ou medidas que minimizem ou mitiguem seus efeitos sobre o meio. E esta Resolução também apresenta definições de resíduos sólidos, classifica-os em 04 grandes grupos (biológicos, químicos, radioativos e comuns) e responsabiliza o gerador (produtor) do resíduo pelo seu gerenciamento (o ciclo de vida do resíduo, onde deve-se saber o que acontece até sua destinação final).

4 – GAIARSA, OCTAVIANO – *A Cidade que Dormiu Três Séculos*, Ed. Melhoramentos, 1977. Apesar de o primeiro povoamento ter sido “encerrado” em 1560 (Santo André da Borda do campo, fundada por João Ramalho, teve sua câmara e cadeia transferidas para São Paulo, para facilitar a defesa dos habitantes do planalto contra ataques de índios); o caminho que ligava a cidade de São Paulo ao litoral passava pelo Grande ABC. Muitas pousadas para tropas de mula existiam no caminho, e em uma destas pousadas um pequeno povoamento organizou-se: o atual município de São Bernardo do Campo. Próximo a este povoado, existiu uma fazenda de mesmo nome, de propriedade de monges beneditinos.

5 - GAIARSA, OCTAVIANO – *A Cidade que Dormiu Três Séculos*, Ed. Melhoramentos, 1977. Além de São Bernardo, outro povoamento existia na região: uma grande fazenda de monges (também beneditinos – ver nota 04) com grande população de índios catequizados. Não há dados sobre o tamanho da população que habitava a fazenda, mas esta fazenda, chamada São Caetano, abastecia São Paulo e a região com produtos cerâmicos (telhas, vasos, e utensílios cerâmicos).

6 – A produção de lixo é diretamente afetada pela situação econômica local: em épocas de prosperidade, a produção de lixo dá um salto e a fração úmida (orgânica) diminui. Há maior descarte de embalagens em épocas de crescimento econômico, indicando consumo de outros tipos de bens e serviços e serviços pela população. Em períodos de estagnação ou contração econômica, a produção de lixo cai (há menor consumo) e a fração úmida (orgânica) aumenta, indicando a concentração de gastos com itens necessários à existência. Isto é verificado em *Resíduos Sólidos Municipales – Organización Panamericana de la Salud, Washington D.C.* ao estudar a variação da produção de lixo na Cidade do México durante dois períodos distintos: o “boom” provocado pelo crescimento da indústria petrolífera mexicana no final dos anos 1980, e a época após o colapso do peso mexicano em 1994, com aguda recessão econômica. Também a CETESB (Cia. De Tecnologia e Saneamento Ambiental de SP) em *A Cidade e o Lixo, SEMA, São Paulo, 1998* analisa o lixo urbano da Grande São Paulo durante a década de 1990 e chega à mesma conclusão da OPS.

7 – DAVIES & CORNWELL em *INTRODUCTION TO ENVIRONMENTAL ENGINEERING*, 2.a. edição, McGraw-Hill, Inc, New York, 1991 estabelecem parâmetros de utilização adequada (o ponto “ótimo” de emprego de recursos, utilizando-os ao máximo com custos adequados) de equipamentos fixos, maquinário e pessoal para aterros sanitários; estudando 26 casos nos Estados Unidos da América. Este ponto “ótimo” é obtido pela concentração, em um único local de grande escala, de toda a infra-estrutura necessária para operar o aterro sanitário.

8 – A situação de equilíbrio do solo urbano pode ser entendida como aquela em que o processo de evolução urbana não é alterado: o solo segmenta-se e é utilizado para as funções urbanas (moradia, serviços, indústria, circulação) seguindo tendências consolidadas neste processo: o centro comercial não tem sua característica (grande parcelamento do solo e circulação elevada) modificada abruptamente. Equipamentos urbanos como aterros sanitários modificam sensivelmente sua área urbana vizinha (quanto a este processo, BRETT M.B. & DON L. COURSEY publicaram estudo realizado em Chicago –EUA, verificando as modificações provocadas por um aterro sanitário implantado em um bairro periférico. *“The Locality of Wastes Sites Within the City of Chicago, New Jersey Institute of Tecnologie, 1999*).

9 – Mesmo em aterros sanitários com controle de pragas adequado, há aumento significativo de vetores mecânicos (principalmente ratos, pulgas, baratas e pombos) no local, e estes vetores geralmente não ficam confinados aos limites do aterro sanitário: a vizinhança é afetada pela presença destes vetores (SANTOS FILHO, 2003).

10 – Os aterros sanitários, quanto ao seu modo de operação, são classificados de acordo com a técnica empregada para descartar o resíduo e compactá-lo. Temos então:

- **Método da Rampa:** uma rampa é construída sobre o maciço à medida que sua altura cresce, para que o descarte seja máximo (ver figuras abaixo). Indicado quando a área a ser aterrada é plana, seca e cujo solo seja adequado para recobrimento. A permeabilidade do solo e a profundidade do lençol freático são critérios decisivos para a escolha deste método.

- **Método da Trincheira:** o descarte é feito em valas simétricas e paralelas que recebem o resíduo. Indicado para solos com pouca inclinação e de lençol freático profundo.

- **Método da área:** os resíduos são confinados em células individuais, e o aterro avança à medida que cada célula é preenchida, compactada e selada com terra. Utilizado para zonas baixas, onde o solo dificilmente poderá ser utilizado como cobertura (a terra de recobrimento deverá vir de área de empréstimo).

FONTE DAS ILUSTRAÇÕES: CARTILHA DE LIMPEZA URBANA (WEBRESOL , 2005).

11 – Cada cidade possui seu lixo característico: em São Paulo, a fração úmida (orgânicos) é de 53,8% do peso total. Em Londres, a fração úmida é de 24,0% do peso total; e em Campinas a fração úmida é de 72,3% (FONTE: IPT/CEMPRE – *Lixo municipal: manual de Gerenciamento Integrado, Boletim Técnico IPT n.º 526 – 1996*)

12 – Os seguintes funcionários do SEMASA (Serviço de Saneamento Ambiental de Santo André), que gerenciam o sistema de coleta e disposição de resíduos em Santo André foram entrevistados:

- Letícia da Silva Salles – Técnica Ambiental
- João Henrique Fiori – Engenheiro de Saneamento
- Pedro Luiz Telles – Técnico de Saneamento

O sr. João Henrique Fiori trabalhou no serviço de coleta desde 1975, quando este ainda era realizado diretamente pela prefeitura municipal; e forneceu as informações mais relevantes para o trabalho, como a identificação dos locais que receberam resíduos até 1980 (a segunda fase da coleta de resíduos sólidos em Santo André).

13 – Os quatro locais para disposição de resíduos sólidos em Santo André são os seguintes:

- Rua Espírito Santo s/n.º, Cidade São Jorge
- Rua Itaipava, s/n.º, Parque Jaçatuba
- Estrada João Dulcin s/n.º, Jardim Estela
- Aterro DAEE, Av. dos Estados, s/n.º, Vila Metalúrgica.

Destes locais, o Aterro DAEE não era operado pela Prefeitura Municipal (era de responsabilidade do Depto. Estadual de Águas e Esgotos) e recebia exclusivamente resíduos da dragagem do Rio Tamanduateí (lodo de dragagem) e resíduos industriais. Por isto considero que cada aterro recebeu a carga produzida por um terço da cidade.

14 – A separação por tipos de resíduo (úmido, seco, industrial , hospitalar, etc) começou a ser feita em Santo André apenas em 1986.

15 – AMADO, GILBERTO em *Favelas e Mocambos, Melhoramentos, São Paulo 1971*, destaca que “o lixo das grandes cidades ou era despejado nos rios – para que a correnteza os levasse para locais distantes, longe dos olhos da população – ou era despejado em valas ou buracos situados em locais ermos das cidades – pág. 471.

16 – O “Centreville” foi um empreendimento imobiliário da década de 1970, ocupando uma grande área de Santo André, cujo público alvo eram famílias de classe média. Com cerca de 500 casas, pretendia ser um marco da urbanização em Santo André, com ruas e casas planejadas e inserção adequada ao sistema viário municipal (um traçado orgânico de ruas que se articulavam ao sistema viário existente de modo funcional). A construtora faliu, e o conjunto (com casas semi-acabadas) foi invadido por famílias despejadas de áreas municipais. Parte destes invasores foi expulsa por moradores de favelas locais (favela do “Humaitá”). Estes moradores, expulsos do local, ocuparam área municipal (situada na Rua Espírito Santo) onde se localizava antigo local de disposição de resíduos sólidos. Estas informações foram fornecidas pela Sra. Sandra Regina Toretta, assistente social da PMSA.

17 – A decretação da Lei de Proteção aos Mananciais (EMPLASA, 1984) não impediu que as áreas protegidas fossem ocupadas de modo ilegal, pois muitos loteamentos clandestinos continuaram a surgir. Por serem clandestinos (arruados sem a aprovação do Poder Público), não possuem várias infra-estruturas urbanas, como água encanada, rede de esgotos, luz elétrica e telefonia. E a ausência destas infra-estruturas torna a ocupação um pesadelo ambiental (a sobrecarga é lançada nas áreas protegidas sem qualquer pré-tratamento) e um caso de saúde pública (os moradores destes locais dispõem de muito pouca atenção das autoridades para suas necessidades por serviços públicos).

18 – O primeiro plano diretor de Santo André foi estabelecido em 1988, com propostas para reverter o declínio econômico provocado pela desindustrialização . Antes disto, a utilização do solo municipal era regida por uma série de leis e decretos que definiam quais funções urbanas poderiam ser instaladas ou não; e em quais locais. A mais importante destas leis é a *Lei de Indústria e Comércio* de 1949, que estabelece diretrizes para a instalação de grandes empreendimentos industriais no município (concentrando-os ao longo da ferrovia).

19 – A Planta Genérica de Valores é o instrumento fiscal que o Poder Público Municipal utiliza para lançar seu principal tributo, o IPTU (Imposto Predial Territorial Urbano). Nesta planta, cada imóvel é localizado dentro de um setor fiscal relativamente homogêneo (com características similares, como índice de ruas asfaltadas, distanciamento de pontos de enchente, infra-estrutura urbana existente), onde é fixado o valor por metro quadrado de terreno – para se estabelecer o valor venal de cada propriedade. O valor do metro quadrado de área construída é feito da mesma forma, e em cima da soma dos valores do terreno e da construção, é lançada a alíquota do imposto.

20 – A “vizinhança imediata”, que está em contato direto com o aterro (é vizinha ao local, ou se situa em um raio de uma quadra de seu entorno) é a mais afetada pelos impactos produzidos no uso do solo urbano: a desvalorização das propriedades situadas a até 01 quadra dos aterros foi menor, e mesmo a topografia acidentada de muitos locais “esconde” o aterro. A tentativa de transforma-los em praças não foi bem sucedida porque muitas praças estão abandonadas ou tomadas por gangues de bairros.

21 – A cidade industrial de Tony Garnier (França, 1869-1948) é considerada a primeira manifestação do urbanismo do século XX (*Catsimatides, Antony – “Roots of the Modern Town Planning, McGraw Hill, 1998*) por considerar a cidade como unidade produtiva. A cidade industrial é segmentada em grandes zonas funcionais (aplicação de princípios de zoneamento e uso do solo), interligadas por vias de comunicação (as grandes zonas funcionais – habitação, administração, zona universitária e zona hospitalar – são conectadas por vias hierarquizadas de circulação).

Le Corbusier acrescentou à cidade industrial de Tony Garnier o conceito de função modelo, que determinaria a forma e a maneira de expansão urbana das cidades. As funções modelo (habitar, trabalhar, lazer e administração) seriam implantadas pelo zoneamento funcional (a fim de disciplinar o uso do solo) e coordenariam a dinâmica de evolução urbana.

ILUSTRAÇÃO DA CIDADE INDUSTRIAL DE TONY GARNIER – “ROOTS OF THE MODERN TOWN PLANNING”

22 – A Vigilância Sanitária do Estado de SP (VISA) em 1993 realizou encontro sobre resíduos hospitalares (“Situação dos Resíduos Hospitalares no Estado de SP – Serra Negra, outubro de 1993) onde foi apresentado painel sobre a evolução histórica da disposição dos resíduos hospitalares: até o final da década de 1970, a prática era misturar resíduos orgânicos com hospitalares e os dispor em lixões ou aterros simples..

23 – A dinâmica de expansão da área urbana da cidade de São Paulo foi caracterizada pela produção de loteamentos em áreas periféricas conectadas às áreas urbanas por prolongamentos de vias já existentes. Este processo provocava grande valorização de terras (vazias) localizadas entre as áreas urbanas consolidadas e os novos loteamentos – terras que depois eram loteadas. Este processo impôs o sistema viário radiocêntrico e descontínuo da cidade (Fonte: Reis Filho, Nestor Goulart – op. cit.).

24 – Apesar da recomendação em se utilizar praças e parques, *a pesquisa não encontrou* indicações de quando utilizar uma solução ou outra. A partir dos casos relatados na pesquisa (em Pittsburgh) e do caso de Santo André, os seguintes critérios foram definidos:

- Escala: praças são espaços urbanos *abertos* (a maioria dos parques são fechados) e dimensões menores do que os parques (geralmente as praças possuem dimensões de 01 hectare).
- Equipamentos disponíveis: as praças são *arborizadas* ou *ajardinadas*, sem equipamentos (a não ser bancos. Parques possuem grandes extensões de terras de *bosque ou vegetação fechada*, com equipamentos para lazer (playground, pistas para corridas, e *recreação*)
- Função: praças são destinadas ao *descanso e lazer*, enquanto parques são utilizados para *recreação*.

Pode-se observar que a definição de parque é bem próxima àquela utilizada para clubes – que também são utilizados para *recreação e prática de esportes*. Novamente, a diferença encontra-se na escala (parques são maiores) e na administração (clubes são associações onde a administração é mantida com contribuições).

25 – Apesar de seu uso ser recomendado como solução para incorporação de aterros, os clubes possuem pessoal cuja permanência na área é relativamente constante. Este pessoal (administração e manutenção) está exposto de modo mais intenso à ação de impactos ambientais presentes na área.

26 – Alguns estudos americanos (BERTOLINI, L; DIJST, M; 2003 e MILLER, R.W. ; 1997) estimaram os custos para implantação de praças e parques urbanos, com os seguintes parâmetros para diferenciar um e outro:

- Escala (parques são maiores)
- Tipo de vegetação (em parques, mais densa)
- Uso (praças para lazer e descanso e parques para recreação)
- Equipamentos instalados (mais complexos e completos em parques: pistas para atividades físicas, lagos e instalações náuticas, construções de apoio como banheiros, e brinquedos infantis)

Estes estudos apontaram que o custo para implantação de um parque urbano é de 2.80 a 3.50 vezes superior a de uma praça (os parques têm custo de implantação de U\$\$ 575,00 / ft², contra cerca de U\$\$ 190,00 / ft²). E a manutenção destes locais segue a mesma proporção. O caso estudado em São Caetano do Sul indicou custos 2.50 vezes superiores para a implantação de parques – um pouco abaixo do caso americano, mas seguindo a mesma dinâmica de custos.

ANEXO – Tabelas de produção e geração de resíduos

TABELA - COMPOSIÇÃO PERCENTUAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS NOS EUA

FONTE: W.R. NIESSEN & S.H. CHANSKY, "The Nature of Refuse", *Proceedings of the ASME Incinerator Conference*, 1970, p.1

COMPOSIÇÃO	1970	1975	1980	1990	2000
Papel	37.4	39.2	40.1	43.4	48.0
Restos de jardim	13.9	13.3	12.9	12.3	11.9
Restos de Comida	20.0	17.8	16.1	14.0	12.1
Vidro	9.0	9.9	10.2	9.5	8.1
Metal	8.4	8.6	8.9	8.6	7.1
Madeira	3.1	2.7	2.4	2.0	1.6
Material Têxtil e tecido	2.2	2.3	2.3	2.7	3.1
Borracha e látex	1.2	1.2	1.2	1.2	1.3
Plásticos	1.4	2.1	3.0	3.9	4.7
Não identificado	3.4	3.0	2.7	2.4	2.1

TABELA – PODER CALORÍFICO DE RESÍDUOS

FONTE: *Incinerator institute of America, IIA STANDARS*, 1968

TIPO DE LIXO	PODER CALORÍFICO (MJ / KG)
Papel seco, madeira e rasas de plástico	19.80
Pael úmido, madeira de construção e papelão	15.10
Fração úmida residencial	10.00
Fração úmida mercados e Restaurantes	5.80
Resíduos orgânicos em geral	2.30

ANEXO – Período ativo dos aterros em Santo André

- 1 - ATERRO JOÃO DULCIN
- 2 - ATERRO ESPÍRITO SANTO
- 3 - ATERRO ITAIPAVA
- 4 - ATERRO DAEE
- 5 - PRAÇA PRES. EURICO GASPAR DUTRA
- 6 - PRAÇA PEDRO DALÉSSIO
- 7 - TERRENO À AV. MICO LEÃO DOURADO
- 8 - TERRENO À RUA MAREK
- 9 - TERRENO À AV. GUARATINGUETÁ
- 10 - TERRENO À AV. DOS ESTADOS
- 11 - TERRENO À RUA DAS MARAVILHAS
- 12 - PRAÇA PEDRO LAPATTE
- 13 - TERRENO À RUA NOVA IORQUE
- 14 - ATERRO SANITÁRIO SÃO JORGE

FONTE: ORGANIZADO PELO AUTOR

ANEXO - Fotos dos Aterros de Santo André

FOTOS DO ATERRO DUTRA, HOJE PRAÇA PRESIDENTE EURICO GASPAR DUTRA (Nº 05 DA SÉRIE ATUAL DE MAPAS)

FOTO DO ATERRO ATUAL (SÃO JORGE, Nº 14 DA SÉRIE DE MAPAS)

FOTO DO ATERRO ESPÍRITO SANTO (Nº 01 DA SÉRIE DE MAPAS), NO SETOR INVADIDO

FOTO DO ATERRO ESPÍRIO SANTO (Nº 01 DA SÉRIE DE MAPAS) NO SETOR INVADIDO.

FOTO DO ATERRO SÃO JORGE (ATRÁS DA COLINA). A ÁREA URBANA JÁ ENVOLVE O ATERRO