



AVALIAÇÃO DE UM ATERRO SANITÁRIO POR MEIO DO ÍNDICE DE QUALIDADE DE RESÍDUOS SÓLIDOS

P. G. Lima, U. G. F. Tamarindo, J. C. Forti, S. S. Braga Junior*

UNESP – Univ. Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Engenharia, Tupã, SP, Brasil

Article history: Received 27 February 2017; Received in revised form 15 March 2017; Accepted 20 March 2017; Available online 27 March 2017.

RESUMO

A operação e a gestão efetivas de um aterro sanitário são essenciais para que os resíduos sólidos encaminhados sejam adequadamente acomodados na fase de destinação final, priorizando-se, com isso, a proteção à saúde pública e ao meio ambiente. Nesse contexto, o presente trabalho pretende avaliar, tecnicamente, a acomodação dos resíduos sólidos urbanos em um determinado aterro sanitário situado em um município de pequeno porte no interior do Estado de São Paulo. A avaliação será realizada por meio do índice de qualidade de resíduos (IQR-V), de acordo com a metodologia implementada pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB). Trata-se, portanto, de um estudo de caso, que tem por objetivo preponderante constatar como está, de fato, a gestão de um determinado aterro sanitário municipal, isso sob a perspectiva do índice de qualidade de resíduos. A relevância deste estudo, por sua vez, encontra fundamento sobretudo no fato de se verificar, bem como, fiscalizar, na área geográfica delimitada, se a legislação ambiental está de fato sendo observada pela municipalidade, assim como, do ponto de vista prático, se o aterro está sendo utilizado pelos gestores de forma correta, e não apenas se tornando um mero “lixão” e, conseqüentemente, gerando poluentes com potencial de contaminar o solo e a água.

Palavras-chave: Índice de qualidade de resíduos; Aterro sanitário; Resíduos sólidos; Gestão de resíduos; Meio ambiente.

EVALUATION OF SOLID WASTE IN A LANDFILL BY MEANS OF THE QUALITY INDEX

ABSTRACT

Effective operation and management of a landfill is essential if solid waste is to be properly disposed of at the final disposal stage, thereby giving priority to public health and environmental protection. In this context, the present work tries to technically evaluate a solution of solid urban waste in a certain sanitary landfill located in a small municipality in the countryside of the State of São Paulo (CETESB). An evaluation was carried out using the waste quality index, according to a methodology implemented by the Environmental Company of the State of São Paulo. It is therefore a case study, whose main objective is to verify how the management of a given municipal landfill is in fact, from the perspective of the waste quality index. The relevance of this study, in turn, is mainly based on the fact that it is verified, as well as supervised, in the delimited geographical area, if the environmental legislation has in fact been observed by the municipality, as well as, from the practical point of view, if the landfill has been correctly used, and not only become a mere "dumping area" and, consequently, generating pollutants with the potential to contaminate soil and water.

Keywords: Waste quality index; Landfill; Solid waste; Waste Management; Environment.

* sergio@tupa.unesp.br

INTRODUÇÃO

As atividades humanas individuais ou coletivas resultam, invariavelmente, no desencadeamento de resíduos, comumente tratados como lixo, que, por sua vez, devem ter destinação final nos exatos termos da legislação vigente e aplicável. Não obstante, não é exatamente isso o que de fato ocorre em inúmeros municípios do País.

Com efeito, o crescimento populacional das cidades, associado ao processo de urbanização, têm gerado muitos problemas relacionados à destinação final ambientalmente correta dos resíduos sólidos nos municípios brasileiros. É cediço, nesse ponto, que muitos resíduos são descartados de forma inadequada e resultam, em contrapartida, na contaminação ao meio ambiente, e, conseqüentemente, riscos à saúde pública.

Nesse cenário, a adoção de medidas para o gerenciamento do sistema de resíduos sólidos urbanos sempre foi um desafio para as administrações municipais, notadamente para as de pequeno porte. A falta de ferramentas de apoio e profissionais capacitados nas prefeituras são fatores que também dificultam a tomada de decisões acerca da sustentabilidade do sistema de gestão de resíduos da maioria dos municípios do Brasil (MONTEIRO *et al.*, 2001). Por esse motivo, a gestão deve ser vista de forma compartilhada entre o indivíduo, a sociedade e o Estado, sendo imperativo, para o desenvolvimento sustentável, que todas as partes se envolvam em um processo de responsabilidade conjunta, a fim de que se atinja a efetiva redução, reciclagem, tratamento e disposição final ambientalmente adequada (SÃO PAULO, 2013).

Dessa forma, não padece de dúvida que dentre as políticas públicas ambientais, no que concerne aos resíduos sólidos, os aterros sanitários são uma das soluções disponíveis para minimizar os problemas relacionados ao meio ambiente, assim como, uma tentativa de dar destinação final ambientalmente correta, sobretudo com amparo em princípios de engenharia, de

planejamento e de políticas públicas socioambientais.

Ademais disso, e considerando que a forma mais comum de gerenciar resíduos sólidos se baseia, essencialmente, na coleta, transporte e deposição final em áreas quase sempre desprovidas de todos os requisitos técnicos, tornar-se necessário colocar um ponto final nos 'lixões' ainda existentes no País, assim como, adotar novas atitudes, do ponto de vista ambiental, em relação ao padrão de consumo e geração de resíduos (SÃO PAULO, 2013).

Nessa direção, além de políticas socioambientais efetivas que devem ser implementadas pelo Poder Público, é imperativo, ainda, a mudança por parte da população no que concerne aos hábitos de consumo e atitudes na forma de descarte dos resíduos. Praticar a redução, a reutilização e a reciclagem dos objetos de consumo é essencial para a formação de uma sociedade sustentável e, sobretudo, para o sucesso de qualquer política pública ambiental de tratamento e destinação dos resíduos sólidos.

De se enfatizar, novamente, que muitas prefeituras apenas coletam o lixo e, na sequência, os depositam em aterros desprovidos dos requisitos mínimos de segurança estabelecidos pela legislação ambiental. Assim, no sistema de destinação final, devem considerar ações que promovam a reutilização e a reciclagem desses resíduos visando, com isso, benefícios à vida útil do aterro, assim como, a redução do volume de lixo depositado (CEMPRE, 2010).

Por tudo quanto até aqui restou consignado, este trabalho, que metodologicamente é um estudo de caso, tem por objetivo preponderante constatar como está de fato a gestão do aterro sanitário de um determinado município do interior do Estado de São Paulo, isso sob a perspectiva do índice de qualidade de resíduos (IQR-V) adotado pela CETESB.

No mais, a relevância deste estudo está sobretudo no fato de se fornecer ao

referido governo municipal subsídios em relação à observância ou não, por parte de seus próprios gestores, acerca do cumprimento do índice de qualidade de resíduos IQR-V. Além disso, objetiva-se, ainda, fiscalizar se o aterro está sendo usado corretamente, assim como, se não está se tornado um mero “lixão”, gerador de poluentes, com potencial ofensivo de contaminação do solo e da água.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Aterro Sanitário

Segundo a norma ABNT-NBR 8419/1992, aterro sanitário é:

[...] uma técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo sem causar danos à saúde pública e à sua segurança, minimizando os impactos ambientais, método este que utiliza princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos à menor área possível e reduzi-los ao menor volume permissível, cobrindo-os com uma camada de terra na conclusão de cada jornada de trabalho, ou a intervalos menores, se for necessário.

Por sua vez, Monteiro *et al.* (2001) definem aterro sanitário com sendo um método de disposição de resíduos ao solo, com cobertura de material inerte, de acordo com normas de engenharia, cujo objetivo é evitar riscos ao meio ambiente e à saúde pública.

Isso é também o que descreve Lima (2004), para quem os aterros sanitários são a forma de disposição final de resíduos sólidos, baseados em técnicas de operações e critérios de engenharia para atender padrões de segurança à saúde pública e ao meio ambiente.

Em consequente, para a implantação de aterros sanitários faz-se necessário, em primeiro lugar, estudos ambientais, que, por sua vez, devem ser realizados a fim de selecionar, especialmente, uma área adequada, com verificação de permeabilidade de solo, existência de

nascentes e entorno para evitar riscos ambientais.

A respeito do assunto, a NBR nº 13.896/1997 dispõe, expressamente, acerca de critérios para projetos, implantação e operação de aterros sanitários de resíduos não perigosos, e fixa as condições mínimas no que concerne à redução dos impactos ambientais, bem como, possíveis danos à saúde pública.

Nesse contexto, pode-se apontar, dentre alguns critérios e requisitos, a distância mínima de 200 metros de cursos d'água; aspectos de declividade superior a 1% e inferior a 30%; distância superior de 500 metros de núcleos populacionais; acessos do aterro; vida útil; cercas vivas; fechamento perimetral; drenagem de águas pluviais; tratamento do líquido percolado, dentre outros.

Logo, as operações de disposição final dos resíduos no solo devem estar alinhadas às exigências da legislação e dos órgãos ambientais, isso para garantir um controle efetivo da poluição ambiental e, sobretudo, proteção à saúde pública (SÃO PAULO, 2013).

No Estado de São Paulo, por exemplo, a solução adotada pela Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo (SMA) foi a criação direcionada aos municípios de um Programa de Aterros Sanitários em Valas, para que os resíduos sólidos domiciliares recebam tratamento adequado de disposição final. E nos termos da resolução SMA nº 24/2003, firmaram-se convênios que contemplaram diversos municípios no Estado.

Com isso, por meio da aprovação de licenciamento ambiental outorgado pela CETESB, são fornecidos elementos técnicos de segurança, assim como, exigidas condições para a instalação de aterros sanitários.

Em decorrência disso, Goldenberg (2005) aponta que houve exigência de instalações de apoio, tais como isolamento, portaria, estradas internas, assim como, a imposição de critérios para seleção de áreas, como declividade, dimensões de vida útil, distância de cursos d'água e

profundidade do lençol freático, por exemplo.

Entretanto, considerando as dificuldades que os municípios de pequeno porte enfrentam na implantação e operação de aterros sanitários, foi editada, no âmbito federal, a resolução CONAMA 404/2008 que, por sua vez, estabeleceu critérios para o licenciamento ambiental de aterro sanitário de pequeno porte. Com isso, nos termos do art. 12, da Resolução CONAMA 237/1997, restou estabelecido, dentre outras coisas, a adoção de procedimentos simplificados, assim como, definiu-se que são considerados aterros sanitários de pequeno porte aqueles com disposição diária de até 20 toneladas de resíduos sólidos urbanos.

Na mesma direção, o art. 4º, da referida resolução, estabeleceu, ainda, as seguintes exigências para a concessão do licenciamento:

- I - vias de acesso ao local com boas condições de tráfego ao longo de todo o ano, mesmo no período de chuvas intensas;
- II - respeito às distâncias mínimas estabelecidas na legislação ambiental e normas técnicas;
- III - respeito às distâncias mínimas estabelecidas na legislação ambiental relativa às áreas de preservação permanente, Unidades de Conservação, ecossistemas frágeis e recursos hídricos subterrâneos e superficiais;
- IV - uso de áreas com características hidrogeológicas, geográficas e geotécnicas adequadas ao uso pretendido, comprovadas por meio de estudos específicos;
- V - uso de áreas que atendam a legislação municipal de Uso e Ocupação do Solo, desde que atendido o disposto no art. 5º e 10 da Resolução CONAMA nº 237, de 19 de dezembro de 1997, com preferência daquelas antropizadas e com

potencial mínimo de incorporação à zona urbana da sede, distritos ou povoados e de baixa valorização imobiliária;

VI - uso de áreas que garantam a implantação de empreendimentos com vida útil superior a 15 anos.

VII - impossibilidade de utilização de áreas consideradas de risco, como as suscetíveis a erosões, salvo após a realização de intervenções técnicas capazes de garantir a estabilidade do terreno.

VIII - impossibilidade de uso de áreas ambientalmente sensíveis e de vulnerabilidade ambiental, como as sujeitas a inundações.

IX - descrição da população beneficiada e caracterização qualitativa e quantitativa dos resíduos a serem dispostos no aterro;

X - capacidade operacional proposta para o empreendimento

XI - caracterização do local;

XII - métodos para a prevenção e minimização dos impactos ambientais;

XIII - plano de operação, acompanhamento e controle;

XIV - apresentação dos estudos ambientais, incluindo projeto do aterro proposto, acompanhados de anotação de responsabilidade técnica;

XV - apresentação de programa de educação ambiental participativo, que priorize a não geração de resíduos e estimule a coleta seletiva, baseado nos princípios da redução, reutilização e reciclagem de resíduos sólidos urbanos, a ser executado concomitantemente à implantação do aterro;

XVI - apresentação de projeto de encerramento, recuperação e monitoramento da área degradada pelo(s) antigo(s) lixão(ões) e proposição de uso futuro da área, com seu respectivo cronograma de execução;

XVII - plano de encerramento, recuperação, monitoramento e uso futuro previsto para a área do aterro sanitário a ser licenciado;

XVIII - Apresentação de plano de gestão integrada municipal ou regional de resíduos sólidos urbanos ou de saneamento básico, quando existente, ou compromisso de elaboração nos termos da Lei Federal no 11.445/2007;

Parágrafo único. O órgão ambiental competente poderá a qualquer tempo, considerando as características locais, incluir novas exigências.

Em relação às diretrizes nacionais e política federal para o saneamento básico, cumpre destacar, aqui, o art. 2º, da Lei nº 11.445/2007, que dispõe que os serviços públicos de saneamento básico serão prestados com base nos seguintes princípios fundamentais:

I - universalização do acesso;

II - integralidade, compreendida como o conjunto de todas as atividades e componentes de cada um dos diversos serviços de saneamento básico, propiciando à população o acesso na conformidade de suas necessidades e maximizando a eficácia das ações e resultados;

III - abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos realizados de formas adequadas à saúde pública e à proteção do meio ambiente;

IV - disponibilidade, em todas as áreas urbanas, de serviços de drenagem e manejo das águas pluviais, limpeza e fiscalização preventiva das respectivas redes, adequados à saúde pública e à segurança da vida e do patrimônio público e privado;

V - adoção de métodos, técnicas e processos que considerem as peculiaridades locais e regionais;

VI - articulação com as políticas de desenvolvimento urbano e regional, de habitação, de combate à pobreza e de sua erradicação, de proteção ambiental, de promoção da saúde e outras de relevante interesse social voltadas para a melhoria da qualidade de vida, para as quais o saneamento básico seja fator determinante;

VII - eficiência e sustentabilidade econômica;

VIII - utilização de tecnologias apropriadas, considerando a capacidade de pagamento dos usuários e a adoção de soluções graduais e progressivas;

IX - transparência das ações, baseada em sistemas de informações e processos decisórios institucionalizados;

X - controle social;

XI - segurança, qualidade e regularidade;

XII - integração das infraestruturas e serviços com a gestão eficiente dos recursos hídricos.

XIII - adoção de medidas de fomento à moderação do consumo de água.

Por sua vez, o art. 3º define:

I - saneamento básico: conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de:

a) abastecimento de água potável: constituído pelas atividades, infraestruturas e instalações necessárias ao abastecimento público de água potável, desde a captação até as ligações prediais e respectivos instrumentos de medição;

b) esgotamento sanitário: constituído pelas atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, tratamento e disposição final adequados dos esgotos sanitários, desde as ligações prediais até o seu lançamento final no meio ambiente;

c) limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos: conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destino final do lixo doméstico e do lixo originário da varrição e limpeza de logradouros e vias públicas;

d) drenagem e manejo das águas pluviais, limpeza e fiscalização preventiva das respectivas redes urbanas: conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de drenagem urbana de águas pluviais, de transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas nas áreas urbanas;

II - gestão associada: associação voluntária de entes federados, por convênio de cooperação ou consórcio público, conforme disposto no art. 241 da Constituição Federal;

III - universalização: ampliação progressiva do acesso de todos

os domicílios ocupados ao saneamento básico;

IV - controle social: conjunto de mecanismos e procedimentos que garantem à sociedade informações, representações técnicas e participações nos processos de formulação de políticas, de planejamento e de avaliação relacionados aos serviços públicos de saneamento básico;

VI - prestação regionalizada: aquela em que um único prestador atende a 2 (dois) ou mais titulares;

VII - subsídios: instrumento econômico de política social para garantir a universalização do acesso ao saneamento básico, especialmente para populações e localidades de baixa renda;

VIII - localidade de pequeno porte: vilas, aglomerados rurais, povoados, núcleos, lugarejos e aldeias, assim definidos pela Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE.

No mais, o art. 7º determina que, para os efeitos da Lei nº 11.445/2007, o serviço público de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos urbanos é composto pelas seguintes atividades: I - de coleta, transbordo e transporte dos resíduos relacionados na alínea c do inciso I do caput do art. 3º desta Lei; II - de triagem para fins de reuso ou reciclagem, de tratamento, inclusive por compostagem, e de disposição final dos resíduos relacionados na alínea c do inciso I do caput do art. 3º desta Lei; e III - de varrição, capina e poda de árvores em vias e logradouros públicos e outros eventuais serviços pertinentes à limpeza pública urbana.

Não obstante, resta a seguintes pergunta: a quem compete realizar os serviços públicos de limpeza e destinação final dos resíduos? A esse questionamento,

Castro e Souza (2010, pg. 01) esclarecem que:

O artigo 24 da Constituição Federal atribui competência à União, aos Estados e ao Distrito Federal para legislar concorrentemente, dentre outros assuntos, sobre proteção do meio ambiente. Os parágrafos do artigo 24, por sua vez, regulamentam o exercício dessa competência concorrente, de forma a que União caiba estabelecer normas gerais, enquanto aos Estados caiba estabelecer normas suplementares, salvo na ausência de lei geral federal, hipótese em que fica o Estado automaticamente autorizado a exercer a competência plena.

O mesmo pode ser dito em relação às normas municipais. Apesar de a Constituição Federal não conferir competência aos Municípios para legislar sobre proteção do meio ambiente, os serviços de coleta e destinação de resíduos domiciliares são, via de regra, de incumbência municipal e afetos ao interesse local. Por essa razão, diversas normas municipais disciplinadoras da coleta e destinação de resíduos estão, assim como as políticas estaduais, sujeitas à regulamentação Federal da PNRS e a ela deverão se conformar.

Aos Municípios, a teor do artigo 30 da Constituição Federal, compete legislar e atuar, entre outras, nas hipóteses em que (a) ficar caracterizado o interesse local; (b) for cabível suplementar a legislação federal e estadual e (c) se referirem à prestação de serviço público de interesse local.

De fato, como apontaram Castro e Souza (2010), a limpeza urbana e o manejo dos resíduos sólidos urbanos é, via de regra, de responsabilidade da gestão pública municipal.

A respeito, merece registro, ainda, que as formas de disposição final de resíduos sólidos urbanos existentes no País podem ser classificadas de diversas maneiras. As mais comuns são, de fato, os aterros sanitários convencionais e os aterros sanitários em valas (SÃO PAULO, 2013). Podem ser citados, ainda, os chamados 'lixões' e os aterros controlados (LIMA, 2004).

Nesse contexto, e segundo Ramos (2014), os aterros sanitários se apresentam como a melhor solução para a disposição final dos resíduos sólidos, pois, caso seja observada a legislação, será implementada a impermeabilização do solo; o tratamento dos gases; o monitoramento da poluição para minimizar os impactos ambientais e o aproveitamento dos gases tóxicos resultantes da decomposição da matéria orgânica.

Acrescente-se, ainda, que nos aterros sanitários convencionais os resíduos são depositados acima no nível do solo, para posteriormente serem compactados. Com isso, são formadas camadas de resíduos que se sobrepõem, resultando, assim, em uma configuração que se assemelha a uma pirâmide (SÃO PAULO, 2013).

Entretanto, para se evitar danos ao meio ambiente, um aterro sanitário deve observar todos os elementos de proteção ambiental e de saúde pública, notadamente as impermeabilizações de base, recobrimento diário dos resíduos, coleta e drenagem de líquidos percolados, tratamento de gases, drenagem superficial e sistemas de monitoramento, evitando-se, com isso, a contaminação do lençol freático pelo chorume e o acúmulo de biogás derivado da decomposição anaeróbica dos resíduos no aterro sanitário (BARBOSA; IBRAHIM, 2014).

Por sua vez, em aterro sanitário em valas os resíduos são depositados em fossos estreitos e compridos, sem

compactação, bem como, são cobertos diariamente com uma camada de terra. Após o preenchimento total da vala, o aterro volta a ter a mesma topografia inicial (SÃO PAULO, 2013).

Atualmente, o aterro sanitário em valas é uma técnica de disposição final utilizada por municípios que produzem até 10 toneladas por dia, ou seja, municípios de pequeno porte, sendo que para volumes acima disso torna-se necessário o uso de aterros convencionais (CETESB, 2010).

Observa-se, ademais, que a Resolução CONAMA 404/2008 estabelece, dentre outras coisas, que os resíduos sólidos permitidos nos aterros sanitários de pequeno porte são os resíduos domiciliares, assim como, de serviços de limpeza urbana, de estabelecimentos comerciais, industriais que façam parte da coleta regular de resíduos.

Por outro lado, não são aceitos nessa disposição final os resíduos da construção civil e os resíduos perigosos, bem como, de atividades agrosilvopastoris, de mineração e resíduos de serviços de saúde. Para esses tipos de resíduos, existe destinação específica.

Da mesma forma, não são recomendados, pelos órgãos públicos ambientais, que os resíduos de podas sejam depositados nos aterros, embora sejam classificados como resíduos sólidos urbanos, pois ocupam grande volume. Assim, devido às suas características, podem ser utilizados como insumos por meio de compostagem ou aproveitamento energético (CETESB, 2010).

Quanto ao 'lixão', trata-se de mero depósito de resíduos sólidos, caracterizado pela simples descarga de lixo ao solo, sem qualquer compactação ou recobrimento que, por sua vez, acaba promovendo a poluição do solo, da água, do ar, assim como, a proliferação de vetores de doenças que acarretam riscos à saúde pública e ao meio ambiente. Essa forma de disposição é vedada pela legislação e, sobretudo, a mais prejudicial à sociedade (LIMA, 2004).

Existe, ainda, o termo de 'aterro controlado', que é utilizado para denominar as situações intermediárias

entre lixões e os aterros sanitários regulares. Esse tipo de aterro recebe cobertura diária de material inerte, porém não possui: impermeabilização, drenagem de líquidos, de gases e técnicas específicas para operação.

Por sua vez, Philippi, Oliveira e Aguiar (2008) descrevem que esse tipo de aterro, denominado 'controlado', tem a função de diferenciar situações de descuido total com os resíduos, daqueles que já possuem alguma espécie de cuidado. Entretanto, atualmente, é considerada uma técnica imprópria, pois há tão somente uma cobertura de material inerte sobre os resíduos, que inibe apenas a proliferação de vetores ou a presença de catadores, porém, não há nenhum tipo proteção ao solo e ou tratamento dos líquidos e dos gases gerados decorrentes.

Gestão de Resíduos Sólidos

Como já se alertou anteriormente, a gestão de resíduos sólidos é um conjunto de atitudes com o propósito de minimizar os impactos ambientais, econômicos e sociais do crescente volume de resíduos sólidos nas áreas urbanas (CEMPRE, 2010). O conceito de gestão, por sua vez, está intimamente associado à tomada de decisões estratégicas com relação aos aspectos institucionais, administrativos e financeiros, operacionais e ambientais, envolvendo políticas públicas, instrumentos e meios, enquanto o gerenciamento de resíduos envolve um conjunto de procedimentos de gestão com planejamentos adequados que visa, sobretudo, proporcionar aos resíduos sólidos urbanos gerados uma adequada coleta, armazenamento, tratamento, transporte e destinação final de maneira que possa minimizar os impactos ao meio ambiente e a saúde pública (BRASIL, 2013; CEMPRE, 2010).

Nessa direção, o gerenciamento de resíduos sólidos urbanos compreende, necessariamente, o envolvimento de diferentes órgãos da administração pública e da sociedade, visando promover a limpeza urbana e o manejo adequado dos rejeitos (MONTEIRO et al., 2001).

Além disso, segundo o Cempre (2010), o gerenciamento do lixo municipal é um conjunto articulado de ações normativas, operacionais e financeiras que a gestão municipal realiza com base em critérios técnicos, sanitários, ambientais e econômicos para promover adequadamente a coleta, a separação, o tratamento e a disposição final do lixo urbano.

Com isso, na prática, a gestão de resíduos sólidos é um grande desafio para a sociedade atual, notadamente para a administração pública.

Não por caso, o art. 3º, incisos X e XI, da Lei nº 12.305/2010 (Política Nacional de Resíduos Sólidos) estabeleceu as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos:

[...]

X - gerenciamento de resíduos sólidos: conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, de acordo com plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou com plano de gerenciamento de resíduos sólidos, exigidos na forma desta Lei;

XI - gestão integrada de resíduos sólidos: conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável.

Da mesma forma, o art. 9º, da referida lei, determina que, “na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, deve ser observada a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos

resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos”.

Assim, espera-se que somente os rejeitos sejam descartados nos aterros sanitários, assim como sejam implementados incentivos relacionados à coleta seletiva, reciclagem e ao reaproveitamento dos resíduos (RAMOS, 2014). Também, nesse sentido, busca-se a distinção de destinação ambientalmente adequada e a disposição ambientalmente adequada. A destinação adequada, por sua vez, refere-se aos caminhos de reutilização e reciclagem dos resíduos, enquanto a disposição adequada significa que somente os rejeitos seriam recebidos nos aterros sanitários, aumentando-se, com isso, a vida útil dos aterros.

É importante destacar, ademais, que a Lei nº. 12.305/2010 estabelece, ainda, normas e proibições quanto à destinação e ou disposição final de resíduos ou rejeitos. Além disso, em seu art. 56 há também determinação expressa para que a logística reversa seja implementada “progressivamente segundo cronograma estabelecido em regulamento”, enquanto o seu art. 54 aponta que a “disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos deverá ser implantada em até 4 (quatro) anos após a data de publicação desta Lei”, isto é, o prazo legal para o fim dos “lixões” seria 2014. Com efeito, já se passaram três anos desde então.

Impede registrar, também, que o art. 5º, da Lei nº. 12.305/2010, estabelece que [...] “A Política Nacional de Resíduos Sólidos integra a Política Nacional do Meio Ambiente e articula-se com a Política Nacional de Educação Ambiental, regulada pela Lei nº 9.795/1999”.

Na mesma direção, o seu art. 8º preconiza que [...] “São instrumentos da Política Nacional de Resíduos Sólidos, entre outros: VIII - a educação ambiental”.

O art. 19, por sua vez, estabelece que o “plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos tem o seguinte conteúdo mínimo: programas e ações de educação ambiental que promovam a não geração, a

redução, a reutilização e a reciclagem de resíduos sólidos” (BRASIL, 2010).

Em linhas gerais, a implementação das diretrizes e ações impostas pela PNRS [Política Nacional de Resíduos Sólidos] requerem, sobretudo, a adoção de políticas

METODOLOGIA

Considerando que o objetivo deste trabalho é constatar e fiscalizar a acomodação dos resíduos sólidos urbanos em um aterro sanitário municipal, por meio do índice de qualidade de resíduos (IQR-V), a presente pesquisa foi desenvolvida sob uma perspectiva qualitativa, de caráter exploratório, a fim de se analisar o gerenciamento dos resíduos sólidos encaminhados ao aterro sanitário do município objeto de estudo. Além disso, pretende-se verificar se a forma atual atende ao que preconizam as diversas regulamentações acerca do manejo dos resíduos sólidos urbanos, assim como, dos dispositivos legais apontados por Tamarindo e Forti (2015), de modo a reduzir os riscos de contaminação do solo e do lençol freático.

Para tanto, fora realizado um estudo de caso para investigar as características do aterro sanitário quanto à acomodação dos resíduos recebidos (YIN, 2001). No tocante à análise e interpretação dos aspectos pesquisados, esse método contribuiu para descrever as ações, tendências e rotinas do aterro.

Nesse contexto, foram realizadas visitas técnicas ao aterro sanitário especialmente para observar como estão sendo executados os serviços operacionais de disposição final dos resíduos no solo, assim como, compreender o papel da estrutura física (obra de implantação) do aterro como um todo. Para isso, foram analisados os diversos componentes da estrutura do aterro sanitário, notadamente, por meio da metodologia empregada pela CETESB para qualificar e fiscalizar os aterros sanitários.

Por sua vez, essa metodologia foi implantada em 2006 e vem ao longo dos anos sendo aprimorada em planilhas de avaliações de aterros sanitários. E, no

públicas que envolvam toda a sociedade, especialmente para promover a conscientização ambiental, assim como, a assunção de responsabilidades compartilhadas para que o manejo dos resíduos sólidos seja de fato eficaz.

inventário estadual dos resíduos sólidos urbanos - CETESB (2015), encontra-se o detalhamento da atual padronização das planilhas.

Assim, conforme metodologia adotada pela CETESB, na qualificação dos aterros sanitários deve-se considerar o IQR (índice de qualidade de Aterros Resíduos), assim como, o IQR-valas (índice de qualidade de aterros de resíduos em Valas) e, por fim, o IQC (índice de qualidade de usinas de Compostagem). São estes, portanto, os índices adotados para cada tipo de local de tratamento e destinação final de resíduos.

Por ser o objeto de estudo um aterro em valas, o índice adotado será o IQR-valas. E a metodologia aplicada baseia-se, sobretudo, em um questionário padronizado aplicado por técnicos da CETESB, que avaliam as características locais, operacionais e estruturais das instalações de disposição final de resíduos (CETESB, 2015). Os dados coletados permitem expressar as reais condições ambientais desses locais que, ao final, são classificados como adequados ou inadequados.

Por sua vez, a planilha de coleta de dados é dividida em três etapas, possuindo diversos questionamentos e pontuações. Na primeira etapa, há itens e subitens direcionados à avaliação da estrutura de apoio, dos aspectos operacionais e da estrutura de proteção ambiental, permitindo-se, com isso, uma análise efetiva da conservação do solo e da água. Na segunda etapa, apresentam-se outras informações que são agrupadas por subitens acerca: presença de catadores, queima de resíduos, ocorrência de moscas e de roedores, presença de aves e de animais, assim como, o recebimento de resíduos não autorizados. Na terceira e

última etapa, são enquadradas as características das áreas, com subitens sobre: a proximidade de núcleos habitacionais e de corpos d'água, a vida útil do aterro e as restrições legais do uso do solo.

Portanto, em cada etapa apresenta-se um subtotal, sendo que a soma dos três subtotais atinge no máximo 100 pontos. E para determinar as condições do local e

classificá-los em termos adequados ou inadequados, utiliza-se a seguinte equação: somatória dos 3 subtotais divididos por 10.

Dessa forma, se o resultado estiver entre 0,0 a 7,00, a avaliação é considerada como inadequada, ao passo que, se o resultado for entre 7,1 a 10,00, as condições são adequadas, conforme entendimento adotado pela CETESB.

O quadro 1 apresenta a classificação:

Quadro 1. Critério de avaliação da CETESB

IQR	AVALIAÇÃO
0,0 a 7,0	CONDIÇÕES INADEQUADAS
7,1 a 10,0	CONDIÇÕES ADEQUADAS

Fonte: CETESB, 2015

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com a análise inicial, constatou-se, dentre outras coisas, que a área de deposição de resíduos sólidos do município objeto de estudo é classificada como aterro sanitário em valas, possuindo atualmente 24.200m². O aterro está localizado a 4,7km do município, bem como, recebe aproximadamente 1,1 toneladas/dia de resíduos urbanos, apresentando uma média de 0,400kg/hab. A sua construção deu-se em 2008, e a licença de operação foi emitida em 2009 pela CETESB, para 6000 m² da área do aterro. Em 2015, houve uma ampliação de licença de operação para a liberação do uso da área remanescente.

Com isso, após a outorga da licença ambiental de operação, o acompanhamento pela CETESB tem sido realizado

anualmente, com data previamente agendada junto aos gestores do aterro. Neste trabalho, inclusive, a avaliação do IQR-V também aconteceu por meio de agendamento prévio e autorizado pelos gestores do aterro.

Assim sendo, na primeira etapa da análise verificou-se que apenas 60% dos itens estavam de acordo com a planilha de avaliação do IQR-V. E um dos problemas encontrados no item de estrutura de apoio foi o isolamento físico, que se encontra comprometido, tendo em vista que a lateral direita do terreno permanece sem uma tela proteção, permitindo-se, assim, o acesso de pessoas e de animais em seu interior (figura 1).



Figura 1. Ausência de isolamento físico

De acordo com a NBR 13.896/1997, a função do isolamento físico é impedir o acesso de pessoas e de animais no interior do aterro.

Além disso, *in casu*, no isolamento visual não há também a presença de cerca viva, assim como, a vegetação sem eucalipto, prevista em projeto, não está presente em todo o seu entorno. Há, ainda, vários trechos descobertos de vegetação.

Segundo a NBR 13.986/1997, a presença de vegetação é recomendada sobretudo para minimizar o transporte de odores pela ação do vento e de aspectos visuais em relação à vizinhança.

Não obstante, o acesso defronte à área de descargas encontra-se adequado, segundo a NBR 13.896/1997.

Em relação aos aspectos operacionais, as dimensões das valas estão de acordo com o projeto de implantação, enquanto o recobrimento diário dos resíduos não está sendo executados de forma eficiente, pois, geralmente, o município o realiza somente uma vez na semana, e a exigência legal, por sua vez, é no sentido de que os resíduos sejam cobertos por material inerte ao final de cada jornada de trabalho.



Figura 2. Resíduos depositados na vala sem recobrimento adequado e ausência de drenagem superficial

No mais, a coleta de lixo do município objeto do presente estudo é realizada apenas três vezes na semana, portanto, os resíduos passam dias sem recobrimento, o que leva ao descarte inadequado, bem como, invariavelmente, acarreta a presença de animais e de vetores, situação que coloca em risco a saúde pública e o próprio meio ambiente.

No que concerne à vida útil do aterro, verificou-se, ademais, que esse requisito está de acordo com as especificações do projeto, assim como o local da vala está em conformidade com o projeto de implantação do aterro.

Na última parte dos itens do grupo 1, foram avaliados os aspectos ambientais e a

estrutura de proteção (profundidade do lençol freático, drenagem de águas pluviais e monitoramento de águas subterrâneas), tendo em vista que a legislação exige que a profundidade do lençol freático seja, de fato, maior que 3 metros. De acordo com as análises realizadas, especialmente por meio da verificação de documentos que foram legitimados por órgãos públicos de proteção ambiental, o lençol freático está, de fato, a mais de 3 metros de profundidade, mesmo apresentando uma nascente a aproximadamente 100 metros de distância da área do aterro. Tal situação, portanto, é deveras preocupante.

Em relação aos itens de drenagem superficial e de monitoramento das águas

subterrâneas, constatou-se que a gestão pública municipal não faz nenhum tipo de drenagem das águas de chuva e ou monitoramento das águas subterrâneas. Com efeito, um aterro deve ser construído e operado de forma garantir sobretudo a qualidade das águas subterrâneas e os padrões de potabilidade estabelecidos na legislação vigente (NBR 13.896/1997). Ademais, no projeto de implantação há especificações para aberturas de canaletas para drenagem das águas superficiais, porém, na execução do projeto, não se

constata esse requisito, assim como, os resíduos são depositados conforme demonstrado na figura 2.

Nesse contexto, impende registrar, ademais, que a NBR 13.896/1997 exige, expressamente, a implementação de um sistema de captação e de desvio das águas de escoamento superficial das áreas externas e internas do aterro. Observando as considerações apresentadas, o quadro 2, na sequência, apresenta o resultado geral da avaliação no grupo 1 dos itens do IQR-V.

Quadro 2. Grupo 1: Itens de estrutura de apoio, aspectos operacionais e estruturas de proteção ambiental

ITEM	SUB-ITEM	AValiação	PESO	PONTOS
ESTRUTURA DE APOIO	ISOLAMENTO FÍSICO	SIM / SUFICIENTE	3	0
		NÃO / INSUFICIENTE	0	
	ISOLAMENTO VISUAL	ADEQUADO	3	0
		INADEQUADO	0	
	ACESSO À FRENTE DE DESCARGAS	ADEQUADO	4	4
		INADEQUADO	0	
ASPECTOS OPERACIONAIS	DIMENSÕES DAS VALAS	ADEQUADO	10	10
		INADEQUADO	0	
	RECOBRIMENTO DOS RESÍDUOS	ADEQUADO	10	0
		INADEQUADO	2	
		INESISTENTE	0	
	VIDA ÚTIL	SUFICIENTE	5	5
		INSUFICIENTE	0	
	APROVEITAMENTO DA ÁREA	ADEQUADO	10	10
		INADEQUADO	0	
	ESTRUTURA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL	PROF. LENÇOL FREÁTICO (P) X PERMEABILIDADE DO SOLO (k)	$P > 3 \text{ m}, k < 10^{-6}$	10
$1 \leq P \leq 3 \text{ m}, k < 10^{-6}$			5	
CONDIÇÃO INADEQUADA			0	
DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS		SUFICIENTE	5	0
		INSUFICIENTE	0	
MONITORAMENTO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS		ADEQUADO	5	0
		INADEQUADO/INSUFICIENTE	2	
		CONDIÇÃO INADEQUADA	0	
SUBTOTAL 1: (Pontuação máxima = 65)				39

Fonte: CETESB (2015)

O segundo grupo avaliado, denominado de “outras informações”, teve por objetivo verificar a presença de pessoas não autorizadas e de animais, assim como, a presença e a queima de resíduos não autorizados, como por exemplo, de embalagens de agrotóxicos.

Nessa análise, foi constatada a presença de aves, assim como a ocorrência de odores, sem a devida cobertura, decorrentes da decomposição de material orgânico. Essa situação decorre sobretudo em razão do recobrimento inadequado dos

resíduos depositados nas valas, as quais, por sua vez, permanecem por dias a céu aberto (Figuras 3).

Dessa maneira, aqui, é precisa a advertência de Lima (2004), para quem a presença de macrovetores e, principalmente, de microvetores, podem ser patogênicos e, por consequência, comprometer a saúde pública. Portanto, o lixo passa a ser uma fonte contínua de agentes patogênicos quando disposto inadequadamente, como ocorre no aterro objeto do presente estudo.



Figura 3. Presença de animais e resíduos sem recobrimento espalhados pelo aterro

Contudo, embora não tenha sido constatada a presença de catadores no local quando das visitas técnicas, os gestores do aterro municipal informaram que, geralmente, pessoas têm tido acesso à área sobretudo em razão do defeito na tela de proteção, que ainda não foi corrigido.

De se registrar, também, que restou verificado que o aterro não recebe resíduos

não autorizados, tendo em vista que o município tem serviço de coleta de resíduos de saúde, assim como os resíduos de limpeza pública são armazenados em outro local definido pelo município.

Na segunda etapa, portanto, foi observado que 68% dos itens atendem às exigências estabelecidas pela CETESB, conforme quadro 3.

Quadro 3. Grupo 2: Outras Informações (presença de catadores, queima de resíduos, ocorrências de moscas e odores, presença de animais e recebimento de resíduos não autorizados)

ITEM	SUB-ITEM	AVALIAÇÃO	PESO	PONTOS
OUTRAS INFORMAÇÕES	PRESENÇA DE CATADORES	NÃO	6	6
		SIM	0	
	QUEIMA DE RESÍDUOS	NÃO	5	5
		SIM	0	
	OCORRÊNCIA DE MOSCAS E ODORES	NÃO	4	0
		SIM	0	
	PRESENÇA DE AVES E ANIMAIS	NÃO	4	0
		SIM	0	
	RECEB. DE RESÍDUOS NÃO AUTORIZADOS	NÃO	6	6
		SIM	0	
SUBTOTAL 2: (Pontuação máxima = 25)				17

Fonte: CETESB (2015)

Por fim, no terceiro grupo, foram avaliadas as características da área onde o aterro sanitário foi implementado, assim como, aspectos concernentes à proximidade de núcleos habitacionais e de corpos d'água (nascentes). Em relação ao item 'proximidades de núcleos urbanos', o aterro encontra-se em área adequada, pois está a mais de 500 metros, portanto, de acordo com a legislação. Quanto ao item 'proximidades de corpos d'água', constatou-se que a área se encontra irregular, haja vista que está, efetivamente, a menos de 200 metros, além do que existe

uma nascente a menos de 100 metros. Portanto, resta evidente o risco de contaminação.

Nessa etapa, portanto, apenas 50% dos itens estão de acordo com a legislação.

Em relação aos outros elementos desse grupo, como se tratam de itens de ordem meramente legal, como é o caso da vida útil, licenciamento e restrição de uso do solo, não entrarão no cômputo da pontuação do aterro, sendo determinantes apenas para seu funcionamento legal. Sendo assim, o resultado do terceiro grupo é apresentado no quadro 4.

Quadro 4. Grupo 3: Características da Área

ITEM	SUB-ITEM	AValiação	PESO	PONTOS	
CARACTERÍSTICA DA ÁREA	PROXIMIDADE DE NÚCLEOS HABITACIONAIS	>= 500 m	5	5	
		< 500 m	0		
	PROXIMIDADE DE CORPOS DE ÁGUA	>= 200 m	5	0	
		< 200 m	0		
	SUBTOTAL 3: (Pontuação máxima = 10)				5
	VIDA ÚTIL DA ÁREA	<input type="checkbox"/> <= 2 ANOS			
		<input type="checkbox"/> DE 2 A 5 ANOS			
		<input checked="" type="checkbox"/> > 5 ANOS			
	LICENÇA DE OPERAÇÃO	<input checked="" type="checkbox"/> SIM			
		<input type="checkbox"/> NÃO / VENCIDA			
RESTRICÇÕES LEGAIS AO USO DO SOLO	<input type="checkbox"/> SIM				
	<input checked="" type="checkbox"/> NÃO				

Fonte: CETESB (2015)

Em suma, após a definição da pontuação (score) em cada grupo do IQR-V, foi realizada a soma dos resultados parciais encontrados, para, na sequência,

obter-se o resultado final do índice de qualidade dos resíduos do aterro sanitário objeto de pesquisa (equação 1).

$$IQR = \frac{SubTotal(1) + SubTotal(2) + Subtotal(3)}{10}$$

$$IQR = \frac{39 + 17 + 5}{10} = 6,1$$

Equação 1 – Resultado do IQR-V

Considerando o resultado demonstrado por meio da equação 1, o aterro sanitário encontra-se em condições inadequadas.

De se observar, ainda, que, para essa metodologia implementada pela CETESB, não é considerada uma pontuação parcial para os itens que são avaliados, ou seja, os valores (score) já estão previamente definidos e o mérito, por sua vez, está no fato de se realizar ou não o requisito. Portanto, não se leva em consideração, aqui, a conclusão parcial.

Não obstante, o município objeto de estudo, no Inventário Estadual de Resíduos sólidos urbanos da CETESB (2015), é apontado com um score de 7,7 no ano de 2015 (último ano divulgado do IQR-V).

Nos anos anteriores, inclusive, obteve as seguintes notas: 9,5; 7,4; 9,0 e 7,5, para respectivamente 2014, 2013, 2012 e 2011.

Há, portanto, diferença na atual avaliação realizada por este estudo, concluída entre o final de 2016 e o começo de 2017. E a causa dessa variação pode decorrer da falta de manutenção e, ainda, do não acompanhamento de itens, como por exemplo, do monitoramento de águas subterrâneas, da drenagem de águas pluviais, do isolamento físico e visual e a presença de animais e de aves. A correção desses itens elevará o score do aterro para 8,1, e, com isso, se tornará adequado segundo critério da a CETESB, que é o órgão regulador e fiscalizador no Estado de São Paulo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em conclusão, pode-se afirmar que a aplicação do índice de qualidade de aterros (IQR-V) demonstrou, *in casu*, a importância de se avaliar e, sobretudo, fiscalizar, periodicamente, essas áreas sanitárias.

Da mesma maneira, no decorrer deste trabalho pode-se observar que um dos pontos do gerenciamento adequado dos resíduos sólidos é o conjunto articulado de ações de operação desde a coleta até a disposição final, de modo que, a falha em alguma dessas etapas, compromete sobremaneira todo o sistema de gestão, causando grandes prejuízos ao meio ambiente, à saúde pública e, finalmente, à vida útil do próprio aterro sanitário. É imperativo, portanto, a sistematização das boas práticas de planejamento e manejo de resíduos, de modo a contribuir com o gerenciamento efetivo dos resíduos.

Em síntese conclusiva, no caso em análise se constatou, no que diz respeito ao isolamento físico - item primordial para segurança de acesso ao aterro -, a ausência de tela de proteção, situação essa que, indiscutivelmente, pode franquear a presença de animais e de pessoas não autorizadas.

Outro item averiguado, e que certamente traz grandes prejuízos ao manejo adequado dos resíduos sólidos do referido município, foi a falta de recobrimento diário das valas, tendo em vista que os resíduos ficam expostos por dias a céu aberto. Tal situação, como é cediço, fomenta enormes riscos à saúde pública e ao meio ambiente, transformando aquilo que deveria ser um aterro sanitário legal em mero 'lixão', situação expressamente vedada pela legislação ambiental.

REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 13.896/1997: Aterros de resíduos não perigosos-Critérios para projeto, implantação e operação. Disponível em:

Ademais, fora observado ainda neste estudo a grande diferença nas pontuações anuais atribuídas pela CETESB. Embora nos respectivos períodos o aterro tenha sido considerado 'adequado', é fato, incontroverso, aqui, a existência de oscilações nas avaliações, situação essa que, por si só, indica certa dificuldade por parte da administração municipal na tomada de decisões para melhorar as condições da área de maneira permanentemente e, sobretudo, nos termos da legislação vigente e aplicável.

Não é por outra razão, aliás, que na análise atual constatou-se que o índice está classificado como 'inadequado'.

Assim sendo, a municipalidade deve corrigir os itens em desconformidade, principalmente aqueles relacionados à parte operacional, tais como, recobrimentos de resíduos e canaletas de drenagem superficial. Aliás, o próprio recobrimento dos resíduos, por si só, já elevará a pontuação, bem como diminuirá a presença de animais e de odores.

Por fim, embora a presente pesquisa tenha se limitado efetivamente à aplicação metodológica empreendida pela CETESB, que é o órgão de regulação e de fiscalização no Estado de São Paulo, há, ainda, a possibilidade de se empreender novas pesquisas, com enfoque mais específico, notadamente no concernente à possibilidade, *in casu*, de contaminação do solo e da água, tendo em vista que naquela região foi identificada uma nascente a menos de 100 metros do aterro sanitário.

Desse modo, novas pesquisas podem contribuir sobremaneira na avaliação dos riscos ambientais que o aterro sanitário desse município pode estar exercendo sobre o meio ambiente daquela localidade.

<http://licenciadorambiental.com.br/wp-content/uploads/2015/01/NBR-13.896-Aterros-de-res%C3%ADduos-n%C3%A3o-perigosos.pdf>. Acesso em: 15 de março de 2017;

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 8.419/1992: Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos. Disponível em: <<https://www.observatorioderesiduos.unb.br/painel/assets/uploads/files/996de-nbr-8.419-nb-843-apresentacao-de-projetos-de-aterros-sanitarios-rsu.pdf>>. Acesso em 11 de outubro de 2016;

BARBOSA, R. P; IBRAIN, F. I. D; Resíduos Sólidos: Impactos, Manejo e Gestão Ambiental. São Paulo: Érica, 2014;

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA. Resolução nº 237 de 1997. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=237>>. Acesso em: 12 de outubro de 2016;

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA. Resolução nº 404 de 2008. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=592>>. Acesso em 18 de outubro de 2016;

BRASIL. Lei n.º 11.445 de 5 de janeiro de 2007. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/11445.htm>. Acesso em: 20 de outubro de 2016;

BRASIL. Lei n.º 12.305, de 02 de agosto de 2010. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=636>>. Acesso em: 16 de fevereiro de 2016;

CASTRO, F. B. P. de; SOUZA, A. V. Política de Resíduos Sólidos é um marco abrangente. Diversidade de Interesses. Consultor Jurídico – Conjur. São Paulo, 19 de agosto de 2010. Disponível em: <http://www.conjur.com.br/2010-ago-19/politica-nacional-residuos-solidos-marco-regulatorio-abrangente>. Acesso em: 06 de março de 2017;

CEMPRE. Compromisso Empresarial para Reciclagem. Instituto de Pesquisas Tecnológicas. Lixo municipal - manual de gerenciamento integrado. São Paulo: IPT/CEMPRE, 2010;

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Urbanos. São Paulo, 2015;

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Manual de operação de aterro sanitário em valas. São Paulo, 2010;

GOLDENBERG, J. Procedimentos para Implantação de Aterro Sanitário em Valas. São Paulo: Secretaria de Estado do Meio ambiente (SMA). 2005. Disponível em: <<http://www.unipacvaledoaco.com.br/ArquivosDiversos/Manual%20de%20aterros%20em%20valas%20CETESB.pdf>>. Acesso em: 10 de outubro de 2016;

LIMA, L. M. Q. *Lixo: Tratamento e biorremediação*. 3. ed. rev. e ampl. São Paulo: Hemus, c2004. 265 p. ISBN 8528901491;

MONTEIRO, J. H. P. *et al.* Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos. Secretaria Especial do Desenvolvimento Urbano da Presidência da República. Rio de Janeiro: IBAM, 2001;

PHILIPPI J; OLIVEIRA A; AGUIAR A; Resíduos Sólidos: Características e Gerenciamento. In: PHILIPPI JR., Arlindo. Saneamento, Saúde e Ambiente: Fundamentos para um Desenvolvimento Sustentável. Barueri: Editora Manole Ltda., 2008;

RAMOS, S. P. A Lei da Política Nacional de Resíduos Sólidos e a meta de implantação de aterros sanitários no Brasil. In: *Âmbito Jurídico*, Rio Grande, XVII, n. 121, 2014. Disponível em: http://ambito-juridico.com.br/site/?n_link=revista_artigos_leitura&artigo_id=14280&revista_caderno=5. Acesso em: 25 de outubro de 2016;

SÃO PAULO. Secretaria do meio Ambiente. Resíduos Sólidos: Cadernos de Educação Ambiental. São Paulo: SMA, 2013;

SÃO PAULO. Secretaria do meio ambiente. RESOLUÇÃO SMA nº 24

/2003. Disponível em: <
[www.ipef.br/legislacao/bdlegislacao/arqui
vos/17064.rtf](http://www.ipef.br/legislacao/bdlegislacao/arquivos/17064.rtf)>. Acesso em: 15 de outubro
de 2016;

TAMARINDO, U. G. F.; FORTI, J. C.
Água e seus Instrumentos Legais de
Proteção. Revista Brasileira de Engenharia
de Biosistemas, v. 9, n. 1, p. 39-52, 2015;

YIN, R. K. Estudo de caso: planejamento e
métodos. 2^a ed. Porto Alegre: Bookman,
2001.