

III-281 - ESTUDO DE VIABILIDADE DE ADOÇÃO DE ATERROS DE REJEITOS E/OU INCINERADORES NA REGIÃO DO GRANDE ABC

David Batista de Paula⁽¹⁾

Estudante de Engenharia Ambiental e Urbana e Bacharelado em Ciência e Tecnologia, Universidade Federal do ABC (UFABC).

João Carlos Barbosa⁽²⁾

Bacharel em Ciência e Tecnologia e Estudante de Engenharia Ambiental e Urbana, Universidade Federal do ABC (UFABC).

Giulliana Mondelli⁽³⁾

Engenheira Civil. Doutora em Geotecnia. Professora do Centro de Engenharia, Modelagem e Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Federal do ABC (UFABC).

Endereço⁽¹⁾: Avenida Higienópolis, 30 – Apto 01 – Vila Gilda – Santo André – São Paulo – SP – CEP: 09190-360 – Brasil – Tel: +55 (11) 97401-1635 – e-mail: david.paula@aluno.ufabc.edu.br

RESUMO

O presente estudo analisa a viabilidade da adoção de aterros de rejeitos e incineradores na região do Grande ABC paulista, levantando e mapeando a relação dos aterros sanitários nos municípios da região através da análise do relatório do Índice de Qualidade de Resíduos, publicado anualmente pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB). Foram avaliadas, igualmente, a atual adoção dos instrumentos e cumprimento das metas do Plano Nacional de Resíduos Sólidos nos municípios do Grande ABC, as características necessárias dos resíduos sólidos urbanos (RSU) para efetiva incineração e a melhor composição gravimétrica, seja ela de fração orgânica, reciclável ou uma composição dos dois tipos de resíduos. Através do Plano Regional de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Grande ABC, elaborado pelo Consórcio Intermunicipal do Grande ABC, pode-se compreender melhor como ocorre a gestão de resíduos de cada município e como projetam a curto, médio e longo prazo a produção de seus resíduos, bem como sua destinação final – técnicas e tecnologias adotadas. Após análise das viabilidades: socioambiental, técnica, econômica e territorial, foi possível identificar que os RSU gerados na região do Grande ABC ainda não possuem características consideradas ótimas para o processo de incineração; que somente os municípios de Mauá e Santo André possuem aterros sanitários em seus territórios, sendo o de Mauá privado; e que, apesar do desafio de tratar e dispor um crescente montante de RSU, ainda existem alternativas, antes da incineração, indicadas na Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), para tratamento dos resíduos gerados na região.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos Sólidos Urbanos, Aterros sanitários, Incineração, Grande ABC.

INTRODUÇÃO

Com a intensificação das atividades produtivas ao longo do tempo, os efeitos que antes estavam restritos às localidades (regiões, nações), setores (agricultura, energia, comércio) e suas áreas de interesse (ambiental, econômico e social), passaram a se diluir e a serem compartilhados com o restante do planeta. Deste modo, não são ocasionadas mais crises isoladas, mas sim, uma crise no desenvolvimento global, quando os fatores ambientais, econômicos e energéticos estão diretamente associados. Esse tema foi tratado como um dos importantes assuntos discutidos na dimensão ambiental no contexto do desenvolvimento sustentável na Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável – “Rio+20”, que ocorreu em 2012, no Rio de Janeiro/RJ.

A discussão sobre o tema sustentabilidade vem ocorrendo há décadas em torno da percepção da finitude e das formas de destinação dos recursos naturais no planeta. O desenvolvimento do tema permitiu que atualmente a sustentabilidade esteja presente em todos os cenários imagináveis, abrangendo não apenas a preservação e conservação do meio ambiente, mas também aspectos culturais, econômicos e sociais (ONU, 2012).

Dentro da discussão sobre sustentabilidade – seja ela ambiental, social e/ou econômica –, um dos pontos tratados em relação aos resíduos é apontado pelo Diretor Executivo do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), Achim Steiner (UNEP, 2015):

Uma resposta urgente para os problemas de lixo não é apenas um problema ambiental e de saúde pública, mas também um investimento econômico. A falta de ação está custando aos países de 5 a 10 vezes mais do que os próprios investimentos em gerenciamento de lixo. Um compromisso maior por parte das nações para aplicarem sistematicamente os 3 Rs – Reduzir, Reusar, Reciclar – pode transformar o problema do lixo em um recurso para as nossas economias.

Nas cidades, que contam com um histórico de crescimento de forma desenfreada e desordenada, são comuns os exemplos de problemas ambientais associados às intervenções humanas na natureza e a ausência de um processo de desenvolvimento sustentável. De uma maneira geral, a atual forma de disposição dos resíduos sólidos no Brasil é um exemplo claro de problema ambiental diretamente associado também a problemas sociais e econômicos.

A preocupação acerca dessa problemática fez com que o Brasil vivenciasse o primeiro passo para uma nova fase na gestão de resíduos sólidos. Essa transição ganhou um marco legal com a criação da Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS, Lei 12.305 de 02 de agosto de 2010, que depois de mais de vinte anos de tramitações no Legislativo, foi aprovada.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos tem potencial contribuição para melhorar o cenário do gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos (RSU) no país – do consumo consciente para reduzir desperdícios à construção de aterros com captura de gases gerados e sua recuperação energética. O cumprimento da lei, incentivos governamentais, investimentos privados, parcerias e outras iniciativas para a gestão integrada dos resíduos sólidos são estratégias importantes para a eficácia da PNRS, em especial aos rejeitos orgânicos que são as principais fontes de resíduos nos aterros do país.

O advento da PNRS tende a mudar o panorama, pois a política tem como objetivo auxiliar na destinação correta de todo resíduo gerado, criando novas estratégias para reduzir a quantidade de matéria prima e energia utilizada durante o processamento de produtos e a ampliação eficaz da educação ambiental para se alcançar os 3 Rs (reduzir, reutilizar e reciclar) (BRASIL, 2010).

A partir desse cenário, com a aplicação de todos os instrumentos previstos na legislação, a tendência é que os aterros atuais, sanitários ou controlados, e os ainda existentes depósitos a céu aberto (lixões), sejam reconduzidos a aterros de rejeitos. Ou seja, pretende-se que todos os resíduos recicláveis e resíduos compostáveis e aqueles susceptíveis a outros tipos de tratamento tenham sua destinação final adequada, enquanto os aterros sanitários passariam a receber somente resíduos que não puderam ter destinação final diferente.

A PNRS instituiu o conceito de responsabilidade compartilhada em torno da geração de resíduos, portanto, toda a sociedade passa a ser responsável pela gestão ambientalmente adequada dos resíduos, englobando produtores, consumidores e todas as esferas de governo. Também, a partir da aprovação da PNRS, foi elaborado entre 2011 e 2012, o Plano Nacional de Resíduos Sólidos que é o principal instrumento da PNRS e tem por finalidade identificar os problemas acerca dos diversos tipos de resíduos gerados, propor alternativas de gestão e métodos aplicáveis, além de indicar metas, programas e ações que convirjam para a efetiva implementação da legislação.

No estado de São Paulo, a parte governamental da gestão dos resíduos é de responsabilidade da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB). Ela auxilia no aprimoramento e desenvolvimento de mecanismos de controle à poluição e degradação ambiental, alinhada às políticas vigentes no cenário legislativo. Sendo assim, desde 1997 as informações sobre os RSU, de todo o estado, passaram a ser organizadas e sistematizadas no Inventário Estadual de Resíduos Sólidos.

Essas informações são tabeladas e resumidas no Índice de Qualidade de Resíduos - IQR, o qual teve sua metodologia atualizada em 2012, a partir de novos conceitos, conhecimentos e experiências com o advento da PNRS. O IQR permite avaliar, de uma maneira geral, qual a qualidade atual do tratamento e da disposição dos resíduos em todos os municípios do estado, classificando-os entre adequados e inadequados, em uma escala de 0 a 10 (CETESB, 2016).

A aplicabilidade do antigo modelo de gerenciamento de resíduos – ou a falta dele – em uma região de grande densidade populacional e com alto grau de urbanização, como a Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), leva à análise da viabilidade de diferentes métodos para a destinação correta desses resíduos. A região do Grande ABC, constituída pelos municípios de Diadema, Mauá, Ribeirão Pires, Rio Grande da Serra, Santo André, São Bernardo do Campo e São Caetano do Sul, é uma região populosa, povoada, adensada e, por conseguinte, portadora de muitos problemas urbanos dos mais distintos – sendo um deles a disposição final dos RSU.

O Grande ABC produz aproximadamente 2.700 toneladas/dia de RSU (CETESB, 2016), os quais são depositados, em sua maioria, na Lara Central de Tratamento de Resíduos Sólidos (conhecido como “Aterro Lara”), aterro sanitário privado existente no município de Mauá. Já o município de Santo André possui solução própria para seus resíduos, contando com um aterro sanitário público que recebe 100% dos resíduos municipais (CIGABC, 2016). O Aterro Lara possui IQR 8,3, índice que representa o IQR de todos os municípios do Grande ABC que depositam seus resíduos nele, onde também são depositados os resíduos do município Itanhaém e de empresas privadas (CETESB, 2016).

Um dos desafios da gestão de resíduos desses municípios é garantir uma destinação final adequada, que congregue quantidade e qualidade ao mesmo tempo, com a preocupação da manutenção crescente desse serviço frente ao aumento da produção de resíduos e sua diversidade gravimétrica (CETESB, 2016).

A geração total de RSU no Brasil em 2015 foi de 79,9 milhões de toneladas, o que representa um aumento de 1,7% em relação ao ano de 2014, enquanto a taxa de crescimento populacional do país entre 2014 e 2015 foi de 0,8%, sendo que o aumento da Geração de RSU per capita seguiu o mesmo índice. Também houve um aumento de 1,8% na quantidade de RSU coletados por dia em 2015 relativamente a 2014. A comparação deste índice com o crescimento da geração de RSU mostra uma discreta evolução na cobertura dos serviços de coleta, chegando a um total de 72,5 milhões de toneladas coletadas no ano de 2015.

A situação da destinação final dos RSU no Brasil em 2015 obteve melhora tímida em relação a 2009, ano anterior à aprovação da PNRS. O índice de 58,7%, correspondente à destinação final adequada no ano de 2015, permanecendo significativo, porém, grande quantidade ainda é destinada inadequadamente, crescendo em termos absolutos se comparada ao ano de 2009, totalizando quase 30 milhões de toneladas que seguiram para lixões ou aterros controlados, este último também indesejado sendo que do ponto de vista ambiental pouco se diferencia dos lixões, pois não possui o conjunto de sistemas necessários para a proteção do solo, água e do ar, bem como da saúde pública, conseqüentemente (ABRELPE, 2016).

Em 2015, a destinação de RSU domiciliares e/ou públicos por município era, basicamente, dividida em 58,7% para aterros sanitários, 24,1% para aterros controlados, e 17,2% para vazadouros a céu aberto (lixões) (ABRELPE, 2016). Isso demonstra que o gerenciamento de RSU deve ser aprimorado, principalmente na destinação final. Algumas alternativas técnicas e tecnológicas têm-se mostrado como interessantes para essa destinação, como a reciclagem, coleta seletiva de materiais, compostagem, biodigestão e incineração.

A incineração dos RSU é também uma opção para o tratamento destes resíduos. Porém, assim como os aterros sanitários, existem diversos aspectos limitantes no seu uso. As variações de umidade e da quantidade dos materiais presentes nos RSU são um dos principais aspectos a serem considerados para a utilização da incineração. Além disso, a resistência existente quanto ao uso dos incineradores deve-se ao fato do processo de incineração produzir substâncias altamente tóxicas (gases) e de alto potencial cancerígeno para o homem, com a possível liberação de dioxinas e furanos (TANGRI, 2003).

A incineração corresponde ao tratamento térmico de resíduos sólidos, representada por diferentes tipos de tecnologias, tais quais: forno rotativo, câmaras fixas múltiplas, plasma, cada qual com suas características próprias, custos e limitações (Dempsey e Oppelt, 1993). Sendo que a queima dos resíduos é facilitada pela grande quantidade de papéis e materiais plásticos encontrados normalmente nos resíduos sólidos urbanos, o que aumenta o poder calorífico, melhora a eficiência do processo e reduz o teor de cinzas.

OBJETIVOS

- **Objetivo geral**

Analisar a viabilidade da adoção de aterros de rejeitos e/ou incineradores na região do Grande ABC.

- **Objetivos específicos**

Avaliar a atual adoção e cumprimento dos instrumentos inclusos nas metas do Plano Nacional de Resíduos Sólidos nos municípios do Grande ABC, do Plano de Resíduos Sólidos do Estado de São Paulo (somente Grande ABC) e do Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Grande ABC.

Avaliar as características necessárias dos resíduos para efetiva incineração: a sugestão de melhor composição gravimétrica, seja ela de fração orgânica, reciclável ou uma composição dos dois tipos de resíduos.

Discutir a viabilidade socioambiental, técnica, econômica e territorial da adoção de incineradores na região do Grande ABC.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para investigação, análise e conclusão dos objetivos propostos, foi feito um levantamento bibliográfico de artigos e trabalhos nacionais e internacionais, produções governamentais (em todas as esferas) e de entidades afins, sobre os principais assuntos de interesse acerca do tema, tais como: produção de RSU no Brasil e na região do Grande ABC; incineração de resíduos sólidos – diagnóstico, análise, perspectivas, riscos, aproveitamento na geração de energia, impactos, desvantagens e benefícios; situação atual dos aterros de resíduos sólidos no Estado de São Paulo, com foco na região do Grande ABC através de levantamento e mapeamento dos aterros sanitários dos municípios da região por meio da análise do relatório do Índice de Qualidade de Resíduos, publicado anualmente pela CETESB, tendo como base as diretrizes, metas e possíveis cenários da Política Nacional de Resíduos Sólidos, do Plano Nacional de Resíduos Sólidos, do Plano de Resíduos Sólidos do Estado de São Paulo e do Plano Regional de Gestão Integrada de Resíduos do Grande ABC.

Para traçar o perfil dos RSU no Brasil, foram obtidos dados nas publicações Panorama, da ABRELPE, para os anos de 2010 a 2015, utilizando os dados de geração e coleta geral e *per capita*, sendo também extraídos os últimos dados de destinação de RSU para 2010 e 2015.

O perfil da gravimetria média nacional do RSU foi analisado a partir os últimos dados disponíveis a partir de relatório da ABRELPE e IBGE que datam de 2012, referentes ao cenário nacional em 2008. Também foram analisados os dados mais recentes de gravimetria média dos municípios de Santo André (GOMEZ, 2016) e São Bernardo do Campo (PMGIRS-SBC, 2015).

A situação da gestão de resíduos sólidos dos municípios da região do Grande ABC foi levantada, a fim de compreender como, de acordo com seus planos de resíduos sólidos municipais, a gestão de resíduos de cada município entende e projeta a curto, médio e longo prazo a produção de seus resíduos, bem como sua destinação final – técnicas e tecnologias adotadas.

Além disso, foi analisada a Política Estadual de Resíduos Sólidos do Estado de São Paulo com o objetivo de verificar a atual situação dos municípios do estado, com especial atenção àqueles que fazem parte do Grande ABC: Diadema, Mauá, Ribeirão Pires, Rio Grande da Serra, Santo André, São Bernardo do Campo e São Caetano do Sul.

A partir do levantamento das condições de produção, gestão e destino final dos RSU da região do Grande ABC, pode-se traçar um panorama sobre a atual situação e, assim, elaborar alguns cenários para o tratamento final dos resíduos produzidos. Tendo como exemplos as experiências internacionais bem-sucedidas, identificando países semelhantes ao Brasil na questão dos resíduos sólidos, bem como analisando as melhores técnicas e tecnologias para o destino final dos resíduos, com a finalidade de atribuir ao cenário atual e, de acordo com os desafios futuros acerca do tema na região, uma discussão norteadora para os rumos que devem ser tomados para a melhor gestão possível dos RSU, considerando suas particularidades.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tecnologia foco de estudo para tratamento dos RSU gerados pelo Grande ABC é a incineração, a qual será analisada sob distintos aspectos: socioambiental, técnico, econômico e territorial. Além disso, a partir da composição gravimétrica dos resíduos, foi identificada a viabilidade da geração de energia elétrica a partir de uma Usina de Recuperação Energética através de incineração. No Brasil, atualmente, a incineração é utilizada somente para resolver a questão da disposição final de resíduos perigosos e parte dos resíduos hospitalares. No entanto, em geral, na tecnologia utilizada atualmente no país não se faz o uso do aproveitamento energético, a não ser em algumas plantas industriais de pequeno porte. Sendo assim, seriam necessários alguns aprimoramentos tecnológicos para permitir esse aproveitamento de forma economicamente viável e ambientalmente correta, os quais existem em algumas experiências pelo país, com a finalidade de aplicar esse modelo em municípios de médio a grande porte.

Tendo como cerne os municípios que integram o Grande ABC, foi elaborada uma análise para cada um dos aspectos considerados essenciais para entender a atual situação e possível contribuição para a solução da questão de disposição final dos resíduos sólidos gerados na região.

- **Contextualização do Estado de São Paulo e do Grande ABC**

O estado de São Paulo, composto por 645 municípios, é o mais populoso da Federação, com cerca de 44,7 milhões de habitantes – 22% da população brasileira. Conforme estimativa do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), para o ano de 2016 o estado ocupa uma área de 248,2 mil km², compreendendo 2,9% do território nacional. Em termos econômicos, contribui com cerca de um terço de toda a riqueza produzida no país; o Produto Interno Bruto (PIB) de 2010 era de R\$ 1,25 trilhão (IBGE, 2010); o PIB per capita, segundo o IBGE, era de R\$ 30.243, valor acima da média nacional; o Índice de Desenvolvimento Humano de 2010 (IDHM) para o estado de São Paulo era igual a 0,783 (PNUD, 2013). A capital do estado, São Paulo, com 11,3 milhões de habitantes, é o município mais populoso do Hemisfério Sul.

O Grande ABC possui mais de 2,7 milhões de habitantes e área territorial de 828,7 km² (IBGE, 2016). Encontra-se em localização privilegiada: próxima ao Porto de Santos e interligação com a Região Metropolitana de São Paulo, com as rodovias Anchieta e Imigrantes, o Rodoanel e a rede ferroviária. A região é conhecida como berço da indústria automobilística do Brasil, com complexos produtivos estruturantes. Representa um dos maiores mercados consumidores do país. O PIB regional é de cerca de R\$ 80 bilhões, o 2º do Estado de São Paulo e o 4º PIB Nacional (SP, RJ, DF e Grande ABC). O PIB Industrial é de cerca de R\$ 27 bilhões, sendo o 2º do Estado e o 3º do país (SP, Campos e Grande ABC). São 44 mil estabelecimentos formais, que geram 800 mil empregos. 37 mil unidades comerciais e de serviços, com 530 mil empregos. 6,3 mil unidades industriais, com 270 mil empregos (CIGABC, 2016).

- **Disposição de RSU e IQR dos municípios do Grande ABC**

De acordo com o Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Estado de São Paulo (PERS-SP), a CETESB, desde 1997, por meio do Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Domiciliares, vem apurando o Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos (IQR). Tendo como base o IQR Nova Proposta, metodologia adotada a partir de 2011, verificou-se um aumento do número de municípios que dispunham os resíduos sólidos urbanos em instalações de disposição final de resíduos urbanos enquadradas na condição adequada, de 492, em 2011, para 590, em 2012, indicados na Figura 1. Na Figura 2 é possível visualizar os municípios do Grande ABC com a respectiva indicação do enquadramento no IQR Nova Proposta.

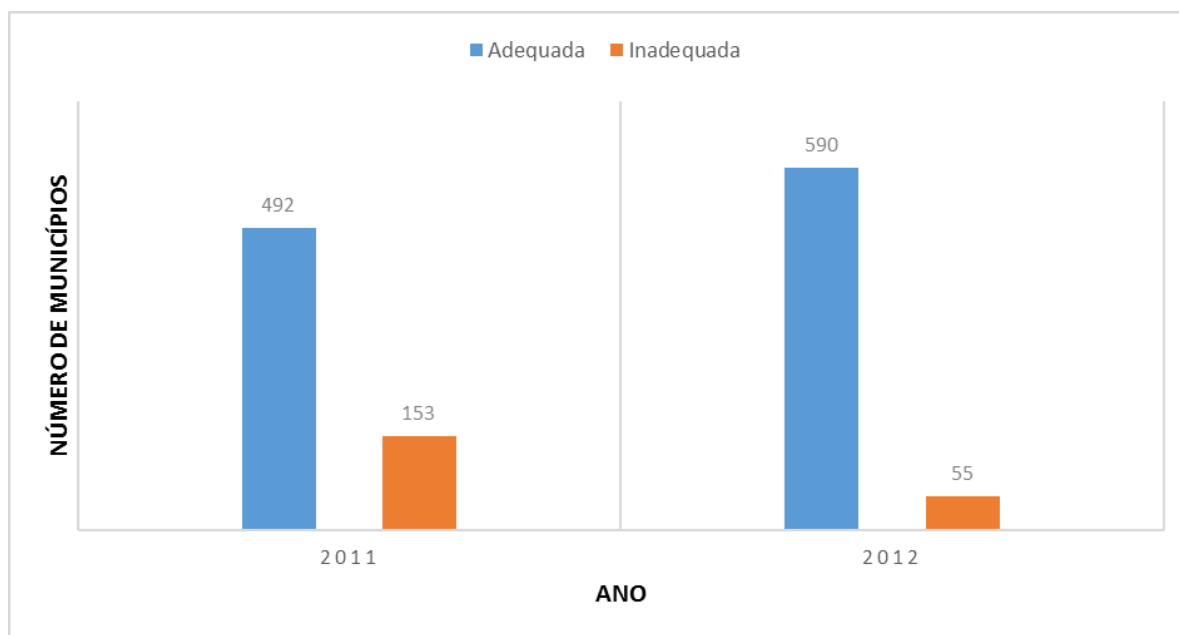


Figura 1: Número de municípios do estado de São Paulo de acordo com a indicação do enquadramento no IQR Nova Proposta.

Fonte: Adaptado de CETESB (2013a), elaborado por SMA/CPLA (2013).

É possível identificar, através da Figura 2, que todos os sete municípios do Grande ABC, pertencem à bacia do Alto Tietê, e possuem enquadramento de condição adequada no IQR Nova Proposta. Além disso, de acordo com a Figura 3 é possível identificar que os dois aterros que servem os municípios do Grande ABC possuem vida útil de disposição de resíduos sólidos de até 2 anos.

Sendo assim, tem-se que o Aterro Lara, localizado no município de Mauá, obteve em 2015, IQR de 8,3 e o Aterro Sanitário de Santo André IQR de 9,2, ambos apresentando melhorias em comparação ao ano anterior.

Vale ressaltar que o Aterro Sanitário de Santo André sempre foi bem avaliado pela CETESB por meio do IQR, com notas entre 8,9 e 9,3. Entretanto, por problemas operacionais, em 2010 o aterro foi interditado pela CETESB e os resíduos gerados no município passaram a ser encaminhados ao Aterro Lara. Em 2012, depois de aplicadas as correções e feito o licenciamento adequado junto aos órgãos ambientais foi dado início a implantação de uma nova área para ampliação do aterro, que se encontra atualmente em operação.

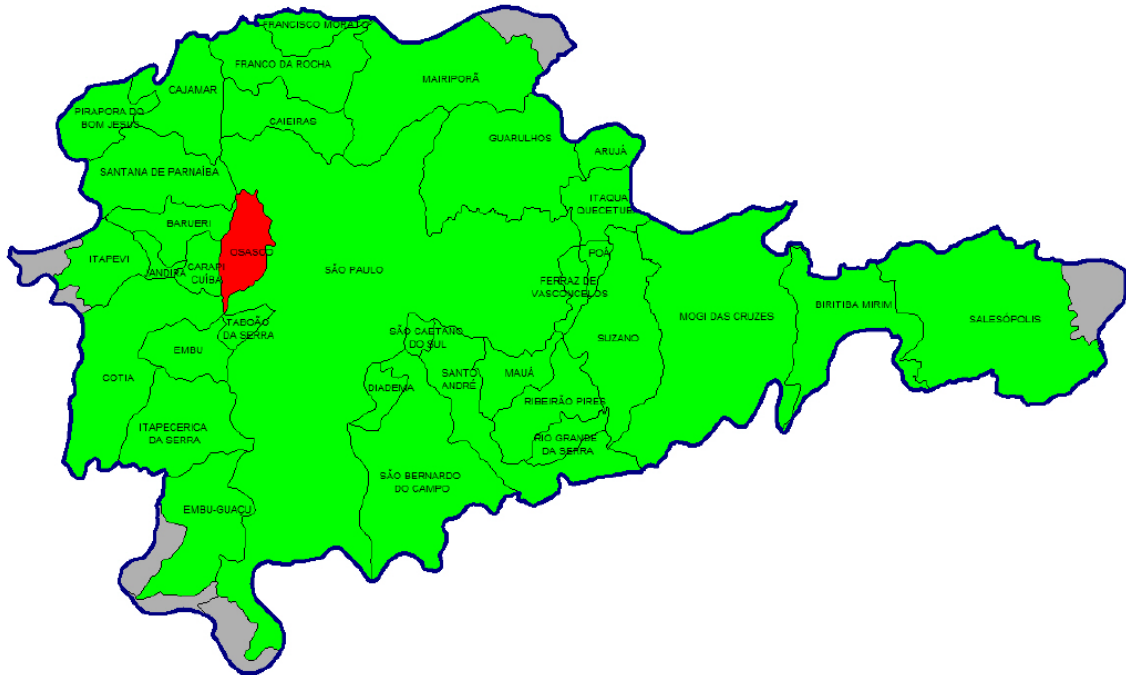


Figura 2: Municípios da bacia do Alto Tietê (UGRHI 6) com a indicação do enquadramento no IQR Nova Proposta

Fonte: Adaptado de CETESB, 2016.

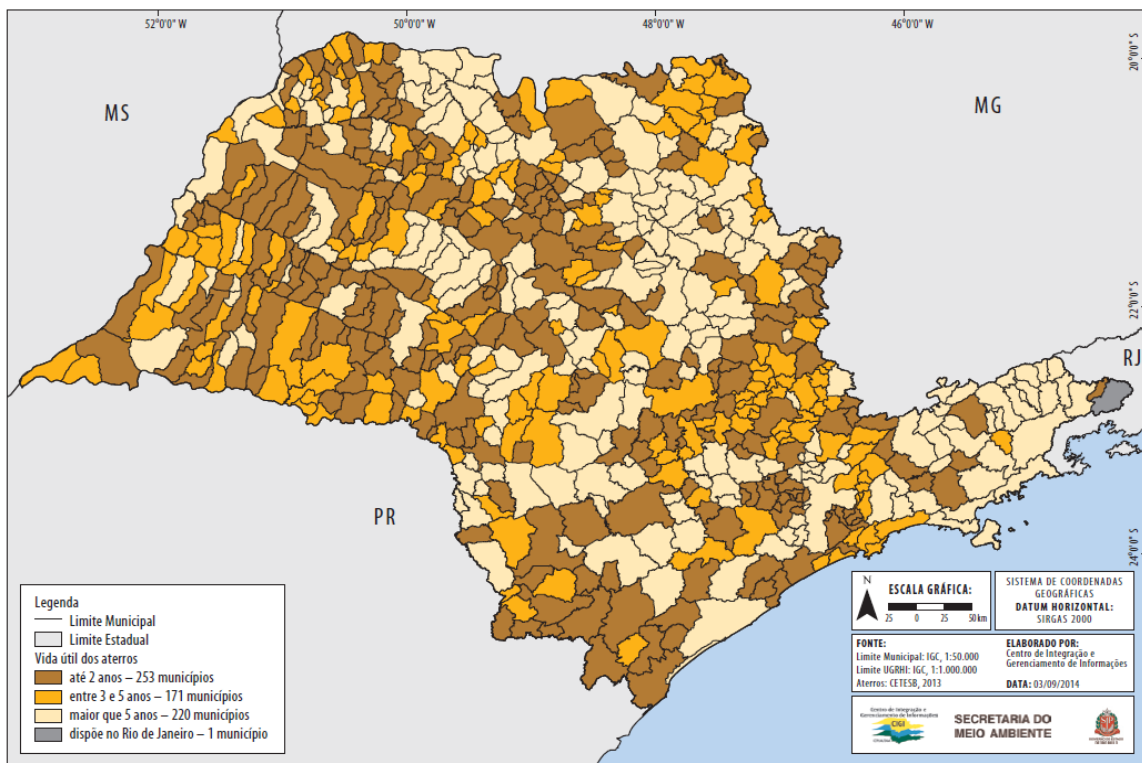


Figura 3: Indicação da vida útil estimada dos locais de disposição final utilizados pelos municípios do Estado de São Paulo.

Fonte: Adaptado de SÃO PAULO, 2014.

De acordo com o PERS-SP, a partir da Figura 4, verifica-se a importância estratégica de alguns municípios e rodovias, de acordo com os fluxos de transporte de RSU que ocorrem dos municípios geradores até os locais de disposição final, tais como:

- Tremembé: recebe resíduos de municípios do Litoral Norte e do Vale do Paraíba, principalmente pelas rodovias Presidente Dutra e Tamoios;
- Cachoeira Paulista: atende, também, a municípios do Vale do Paraíba, principalmente pela Rodovia Presidente Dutra;
- Mauá: recebe resíduos de municípios da região do ABC Paulista e do município de Itanhaém, tendo como eixo a Rodovia Anchieta;
- Caieiras: recebe um fluxo de municípios da Região Metropolitana de São Paulo e do sul do estado, pelas rodovias Castelo Branco, Raposo Tavares e Regis Bittencourt, principalmente;
- São Paulo: além da própria capital, recebe resíduos de municípios da própria Região Metropolitana de São Paulo, tendo a Rodovia Presidente Dutra como eixo principal;
- Piratininga: recebe de municípios das regiões Bauru e Marília, principalmente pelas rodovias Marechal Rondon, Dona Maria Leonor Mendes de Barros e Castelo Branco;
- Onda Verde: recebe resíduos dos municípios do entorno da Rodovia Transbrasiliana;
- Guataporá: atende os municípios da região de Ribeirão Preto, cujos eixos principais são as rodovias Anhanguera e Washington Luís;
- Catanduva: recebe dos municípios da região administrativa de São José do Rio Preto, cujo eixo é a rodovia Washington Luís; e,
- Paulínia: recebe de municípios da região de Campinas, no eixo das rodovias Anhanguera e D. Pedro.

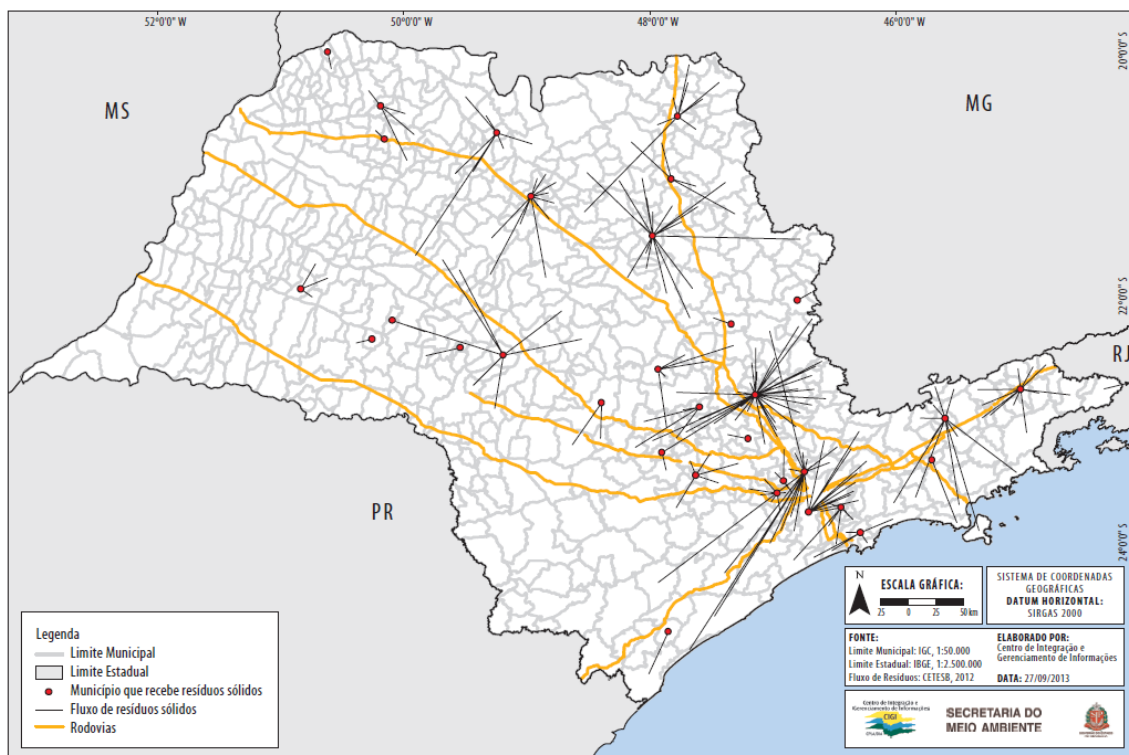


Figura 4: Fluxo de resíduos sólidos urbanos no estado de São Paulo.

Fonte: SÃO PAULO, 2014.

Todavia, parte da obtenção de bons índices do IQR para a região deve-se também aos municípios terem dado os primeiros passos em direção à aplicabilidade da PNRS com a elaboração de seus planos municipais, que visam em conjunto, inclusive através da participação do Consórcio Intermunicipal Grande ABC, modelo pioneiro no país, auxiliar na busca por uma solução à problemática aqui exposta.

A Tabela 1 resume a atual posição da elaboração dos planos municipais de gestão de resíduos sólidos dos sete municípios da região. Deve ser dada atenção especial ao município de Rio Grande da Serra que ainda não possui nenhum plano concluído, o que pode ser explicado, em partes, por ser o município com orçamento mais reduzido da região (IBGE, 2016) e com corpo técnico proporcionalmente menor.

Tabela 1: Status atual dos Planos Municipais de Resíduos Sólidos dos municípios do Grande ABC.

MUNICÍPIO	STATUS ATUAL DO PLANO MUNICIPAL
Diadema	Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (2011) - Elaborado
Mauá	Plano Municipal de Resíduos Sólidos Mauá (2012) - Elaborado
Ribeirão Pires	Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Município de Ribeirão Pires (2012) - Elaborado
Rio Grande da Serra	Plano em elaboração
Santo André	Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (2011) – Elaborado
São Bernardo do Campo	Plano Municipal de Resíduos Sólidos São Bernardo do Campo (2011) - Elaborado Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de São Bernardo do Campo (2014) – Em finalização
São Caetano do Sul	Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de São Caetano do Sul (2013) - Elaborado

Fonte: Adaptado de CIGABC, 2016.

- **Aspectos Socioambientais**

O cenário atual da gestão dos resíduos sólidos no país é preocupante do ponto de vista social e ambiental, por envolver questões que relacionam principalmente moradia e renda da população.

A PNRS (2010) também prevê que em 2031 existam mais de 600 mil catadores de materiais recicláveis em todo o Brasil, organizados em forma de cooperativas. Esses atores sociais estão envolvidos diretamente no gerenciamento dos RSU dos municípios brasileiros são agentes ambientes importantes no processo de tratamento dos resíduos, uma vez que garantem a reutilização e reciclagem de materiais que iriam deliberadamente para aterros. Pelo fato de alguns materiais recicláveis terem grande PCI comparado aos úmidos (e.g. orgânicos), esses são interessantes para o processo de incineração, do qual a maioria das lideranças de catadores ao redor do país é contrária. Os catadores afirmam que a incineração queimaria, literalmente, sua fonte de subsistência, e com isso sucatearia seu trabalho.

Esse discurso não é o mesmo ouvido dos defensores de incineradores, que alegam que não seriam utilizados todos os materiais recicláveis para incineração (e.g. metais e vidros), e, além disso, os catadores poderiam ser inseridos no processo de recuperação de materiais, ou seja, na triagem dos resíduos antes do processo de incineração.

A questão tratada é delicada, pois as empresas e entidades que defendem a incineração, geralmente, tem poder econômico e político, que sobressaem aos interesses dos catadores, que, por mais que estejam organizados, são atores sociais marginalizados e socioeconomicamente vulneráveis.

A Tabela 2 consolida o panorama atual da organização dos catadores na região do Grande ABC.

Tabela 2: Cooperativas e quantidade de catadores do Grande ABC.

MUNICÍPIOS	COOPERATIVAS	INCLUSÃO DE CATADORES
Diadema	COOPERLIMPA e COOPCENT (cooperativa de 2º grau – 200 cooperados envolvidos)	20 catadores
Mauá	COOPERCATA	38 catadores
Ribeirão Pires	COOPERPIRES	22 catadores

Cont. Tabela 2: Cooperativas e quantidade de catadores do Grande ABC.

MUNICÍPIOS	COOPERATIVAS	INCLUSÃO DE CATADORES
Rio Grande da Serra	Não há	Não há
Santo André	COOPCICLA e COOP CIDADE LIMPA	56 catadores
São Bernardo do Campo	Refazendo e Raio de Luz	73 catadores
São Caetano do Sul	Galpão de triagem	30 Frentes de trabalho

Fonte: Adaptado de Guardabiasso e Pereira, 2015.

- **Aspectos Técnicos**

Em relação aos aspectos técnicos, todos os municípios brasileiros ainda precisam aprimorar suas técnicas de tratamento e destinação de resíduos. Conforme ABRELPE, 2016, os resíduos gerados no Brasil, de 2010 a 2015, ainda não são 100% coletados. E desses, o tratamento adequado não é satisfatório, e muito menos a disposição final, que, em 2015, tinha 42,57% de RSU dispostos em aterros sanitários. 17,50% dispostos em aterros controlados, e 12,47% dispostos em lixões – sendo que dentro desse contexto está posto um cenário de crescente geração de RSU per capita.

Dentre as tipologias de tratamento final de RSU, a incineração pode não ser a melhor opção frente ao quadro geral da composição gravimétrica dos RSU da região, pois os municípios de São Bernardo do Campo e Santo André, que compõem grande parte dos RSU gerados, possuem índices de participação de resíduos orgânicos acima de 40%. Conforme ABRELPE, 2012a, mais de 50% dos resíduos gerados nos municípios brasileiros é matéria orgânica – não necessariamente seca, a qual seria interessante para incineração, conforme indicam VAN LOO, & KOPPEJAN, 2008. Além disso, somente 26,6% dos materiais que compõem a gravimetria dos RSU gerados no Brasil estariam aptos à incineração (papel, plástico e madeira basicamente), excetuando-se, desse montante, o que ainda deve ser reciclado ou reutilizado em outro processo. Essa aptidão pode ser confirmada nos impactos que cada material tem na incineração. Para a região do Grande ABC, os municípios de Santo André e SBC apresentam índices de 32,67% e 37,7% respectivamente para a soma desses materiais.

Com todo esse desafio pela frente e todo esse entrave, a PNRS tenta justamente estimular que todos os municípios brasileiros encerrem suas operações em lixões e que possuam medidas eficientes de gerenciamento – coleta, tratamento e disposição de seus RSU –, visando não só o cumprimento da lei, mas objetivos nobres como saúde pública, meio ambiente e qualidade de vida a todos os atores envolvidos no processo.

- **Aspectos Econômicos**

O adequado e necessário gerenciamento de RSU exige aparatos técnicos e grande aporte de investimentos para que ocorra, uma vez que as soluções para tratamento e disposição de RSU não são simples. Uma das alternativas de gerenciamento de RSU com incremento econômico é a incineração com aproveitamento energético, seja ela para utilização em outro processo ou para geração de energia elétrica. Essa prática tem como exemplo o SPAR-URE de SBC, que prevê um recebimento médio de 720 t/dia de RSU já triados, tendo a capacidade de gerar de uma potência nominal de 720 MW (EIA/RIMA SPAR-URE, 2013).

Um dos serviços mais caros dentro do processo de coleta, tratamento e disposição dos RSU é o transporte, que muitas vezes é atrelado a contratos de vultosos montantes. Como prática da empresa que realiza esse tipo de serviço, não lhe é interessante que haja diminuição drástica de RSU que devem ser transportados – muitas vezes a grandes distâncias – fazendo com que o objetivo de melhora de todo o sistema e processo demore ou não seja alcançado, já que um dos atores envolvidos no processo não tem o mesmo interesse que os demais. Além disso, muitas empresas recebem pela massa transportada de RSU, que quando adentra no aterro é pesada e computada no que deve ser pago; parece hostil e malevolente, mas a empresa, como fonte de proventos, pode não ter interesse na diminuição da geração de RSU como um todo, uma vez que impactaria no seu negócio.

Para tentar colaborar com o desafio de melhorar o gerenciamento dos RSU e a tipologia dos RSU que iriam para tratamento e, por fim, a destinação final, o PERS-SP indica, através do “Estudo de Regionalização e Proposição de Arranjos Intermunicipais” (SÃO PAULO, 2014), o que melhor poderia ser implantado como medida para cada município do Estado de São Paulo ou conjunto deles. Tendo como exemplo a implantação de um aterro sanitário regional, que poderia: reduzir custos/otimizar recursos para implantação e operação de estruturas de gerenciamento de RSU e RCC (resíduos da construção civil); proximidade entre os municípios/conurbação; garantir menor impacto ambiental; e ter facilidade de acesso a recursos públicos e financiamentos. Sendo que nesse caso o Aterro Lara seria viável somente de curto a médio prazo devido à necessidade de ampliação de capacidade. Todavia, estudos do Consórcio Intermunicipal Grande ABC (CIGABC, ano) já indicam que a capacidade da região de receber outro aterro é limitada, sendo assim, existindo um conflito entre as duas visões.

- **Aspectos Territoriais**

Sabe-se que a região do Grande ABC já dá sinais de saturação quanto às áreas disponíveis para crescimento urbano, o que envolve moradia, trabalho, lazer e questões ambientais, entre outros temas sensíveis.

Aterros sanitários possuem vida útil relativamente curta e a abertura de novas áreas para comportar os resíduos gerados pelo crescimento da demanda econômica gera um impasse delicado, ainda mais em uma região já conhecida por inúmeros problemas urbanos e socioambientais como a RMSP e em especial o Grande ABC.

De acordo com o Plano Regional de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Grande ABC, devido ao alto grau de urbanização e grandes extensões de áreas protegidas legalmente, o potencial de áreas favoráveis para aterros sanitários na Região do Grande ABC é considerado nulo, com exceção do Município de Mauá que ainda possui áreas circunvizinhas disponíveis junto ao Aterro LARA, em operação. Em suma, não há locais propícios em um futuro próximo para a acomodação dos resíduos gerados na região de acordo com o levantamento feito para cada município (CIGABC, 2016), pois:

- Os territórios dos municípios de Ribeirão Pires e Rio Grande da Serra se encontram integralmente protegidos pela Área de Proteção e Recuperação de Mananciais da Bacia Hidrográfica do Reservatório Billings (APRM-B) de acordo com a Lei Estadual nº 13.579/2009;
- São Caetano do Sul representa o menor Município em área (15,3 km²) e se encontra 100% urbanizado e protegido pela Área de Segurança Aeroportuária do Aeroporto de Congonhas;
- No caso dos Municípios de Diadema, Mauá, Santo André e São Bernardo do Campo, quando não protegidos pela APRM-B ou outras legislações, se encontram totalmente urbanizados;
- Em São Bernardo do Campo, a maior porção do município é integralmente protegida pela APRM-B (53%) e Parque Estadual da Serra do Mar (em cerca de 10% da área total) e o restante é densamente urbanizado e protegido pela Área de Segurança Aeroportuária do Aeroporto de Congonhas;
- Em Mauá, a ocupação é relativamente menos adensada no sul do município, onde se localiza o Aterro LARA, que é passível de ampliação devido à extensa área circunvizinha existente; e,
- Em Santo André a população se concentra na porção norte, a qual abriga a Central de Tratamento de Resíduos que recebe a totalidade dos resíduos gerados no município, a área restante é protegida pela APRM-B (54%) e pela Reserva Biológica de Paranapiacaba.

Posto isso, nota-se que a aplicação efetiva dos instrumentos previstos na PNRS e nos Planos municipais e regionais, auxilia em grande parte na extensão da vida útil dos aterros que atendem a região, mas sendo essa, uma solução paliativa e de curto prazo.

Antes mesmo da discussão e avaliação das melhores formas de tratamento e disposição final de resíduos sólidos, vale destacar que a humanidade passa (ou deveria passar) por uma reflexão sobre seus padrões de consumo e descarte de materiais que provêm de fontes naturais finitas. Vive-se na era das embalagens descartáveis (CORTEZ, 2007), uma época marcada pelo alto consumo de bens rapidamente fabricados e descartados.

O que chama atenção não é a não utilização desses materiais que facilitam a vida da população em seu cotidiano, mas como essa prática está se dando, e como vem impactando o meio ambiente, do qual o homem faz parte e também padece de seus próprios impactos. Esse comentário ilustra não só a preocupação técnica de como o crescente montante de resíduos será tratado e disposto, mas trata de elucidar a dificuldade de mudança de hábito de uma população que gera impactos significativos no dia-a-dia técnico do profissional envolvidos com o tema, o qual, além de cumprirem suas funções e atribuições diárias, depara-se com o desafio de lidar com uma forma insustentável de produção de resíduos que vêm sendo computados e projetados para um futuro próximo.

Os aspectos aqui tratados, por fim, não objetivam diminuir ou encerrar a discussão, já que se buscou eleger os principais tópicos que melhor satisfizessem a discussão sem causar prejuízo ao conteúdo e a toda complexidade que envolve o tema.

CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que:

Não está descartada a utilização de aterros sanitários como forma de disposição final dos resíduos sólidos, contudo sua eficácia pode ser comprometida com a qualidade (falta) e quantidade de resíduos atualmente gerados e futuramente projetados. Fazendo com que novas formas de diminuição desses resíduos sejam pensadas, com o intuito de manter uma maior vida útil dos aterros, garantindo segurança socioambiental para todos os atores envolvidos no processo.

A queima de alguns resíduos que poderiam ser reaproveitados de outra forma, como a reciclagem e/ou compostagem, impacta na não reutilização de materiais que possuem como matérias primas de sua composição recursos naturais finitos. O que leva algumas entidades e lideranças a terem um posicionamento crítico negativo em relação à incineração como forma de tratamento dos resíduos, como, por exemplo, as organizações e cooperativas de catadores de materiais recicláveis que afirmam que, em alguns casos, quando se busca rentabilidade financeira com a recuperação energética desses resíduos, o que está se ganhando por um lado, perde-se por outro com a queima não de um simples resíduo, mas de um recurso natural limitado.

Houve grande dificuldade de obtenção de informações dos incineradores em funcionamento no Brasil, não há um órgão, entidade ou organização de qualquer fim que possua informações, de acesso fácil e público, dos atuais incineradores no Brasil. Isso dificultou o entendimento de como esta tipologia de tratamento de RSU no Brasil está e como esteve no passado. Outra informação que poderia enriquecer as discussões é a composição gravimétrica dos RSU gerados nos municípios brasileiros, uma informação que se encontra desatualizada ou inexistente para muitos municípios, sendo que alguns relatórios e planos utilizam gravimetrias generalizadas para todo o território nacional ou determinada região, o que não reflete a realidade necessária para estudos, pois se deve levar em conta características e especificidades únicas dos locais estudados.

Foi possível notar que os aterros sanitários são utilizados largamente para disposição final de RSU no Estado de São Paulo, e que ainda existem aterros controlados e lixões, que recebem um montante crescente de resíduos de composição majoritariamente orgânica. E que nessa perspectiva ainda falta muito trabalho e adequação gerencial dos municípios em relação às diretrizes e todas orientações da PNRS, com relação aos futuros “aterros de rejeitos”.

Na região do Grande ABC não é diferente, esta possui um grande contingente populacional que a cada dia produz mais resíduos, sendo uma região marcada pela conurbação e pela falta de grandes áreas para implantação de novos aterros sanitários. Somente o município de Santo André e Mauá possuem aterros, sendo o segundo privado. O restante dos municípios transfere seus RSU para o Aterro Lara que fica no município de Mauá. O Aterro Lara, além de receber resíduos do Grande ABC, também recebe de outros municípios. Posto isso, uma alternativa importante para a disposição final dos RSU gerados pela região do Grande ABC pode estar na adoção da incineração como um dos tratamentos finais, pois diminui o volume de rejeitos que vai para o aterro, podendo assim aumentar sua vida útil e diminuir o deslocamento de caminhões para a destinação em novas áreas, cada vez mais longínquas, encarecendo o processo e aumentando o impacto ambiental; além da possibilidade de recuperação energética e geração de energia elétrica.

O município de SBC possui um projeto de uma URE, todavia não foi iniciado e nem citado no Plano Regional de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Grande ABC (2016) e atualmente em consulta pública.

Antes de se pensar na incineração, existem outras formas hierarquizadas pela PNRS (2010), de se utilizar como medida no tratamento de RSU; além disso a incineração poderia provocar uma queima desnecessária de resíduos que poderiam ser reutilizados, reciclados ou passarem pelo processo de compostagem. Mesmo assim, essa tipologia mostra-se, ao menos, passível de análise criteriosa, uma vez que está posta em um cenário distinto como a região do Grande ABC, que possui somente dois aterros, sem espaço para alocação de um novo aterro sanitário, e dentro de uma conjuntura que não explora e desenvolve todas as outras medidas anteriores à incineração, como, por exemplo, a coleta seletiva, que poderia retirar RSU nobres dos aterros sanitários, servindo à reciclagem e reutilização, além de consolidar a cidadania e dignidade de muitos moradores que trabalham como catadores.

Existe um arcabouço legal e técnico muito consolidado no Brasil, e importadas soluções de sucesso de outras partes do mundo para o gerenciamento de RSU, que podem subsidiar uma tomada de decisão ou criação de políticas públicas para a promoção da qualidade de vida da sociedade em geral. Essas decisões estão permeadas por interesses políticos e econômicos, que encontram grandes debatedores do tema em uma sociedade que a cada dia está mais informada e atualizada de seus direitos e deveres. Logo, é difícil dizer qual seria a melhor solução para o enfrentamento do desafio dos RSU, todavia essa solução poderia ser mais interessante se levasse em conta os reais interesses da população, pautadas pela proteção e conservação da natureza, qualidade de vida e proteção dos direitos humanos, e que ainda sim gerasse divisas para o desenvolvimento sustentável de todos os atores sociais envolvidos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Caderno Informativo de Recuperação Energética. São Paulo: Abrelpe, 2012a.
2. ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil. São Paulo: Abrelpe, 2011-2016.
3. BRASIL. Lei n. 12.305 de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial da União. Seção 1, p. 3, 3 de agosto de 2010.
4. BRASIL, Congresso. Câmara. PL 2289/2015 (Projeto de Lei). Disponível em: <<http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=1555331>>. Acesso em: 26 nov. 2016.
5. CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Urbanos 2015. São Paulo: CETESB, 2016.
6. CHENG et al. Municipal Solid Waste Fueled Power Generation in China: A case Study of Waste-to-Energy in Changchun City. Science & Technology., v.41, p. 7509-7515, 2007.
7. CIGABC – Consórcio Intermunicipal Grande ABC. Municípios Consorciados - O Grande ABC. Disponível em: <<http://www.consorcioabc.sp.gov.br/institucional/municipios-consorciados>>. Acesso em: 02 abr. 2016.
8. CIGABC – Consórcio Intermunicipal Grande ABC. Plano Regional de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Grande ABC. Santo André: CIGABC, 2016.
9. CORTEZ, Ana Tereza Caceres. A produção de descartáveis na sociedade de consumo atual. Consumo sustentável: conflitos entre necessidade e desperdício, p. 17, UNESP. São Paulo, 2007.
10. DEMPSEY, C.R. e OPPELT, E.T. Incineration of Hazardous Waste: A Critical Review Update; Air&Waste, vol. 43, p.25-73, 1993.
11. DMITRIJEVAS, C. Análise de Ecoeficiência de Técnicas para Tratamento e Disposição de Resíduos Sólidos Urbanos. Dissertação de M.Sc., IPEN-CNEN/SP, São Paulo, SP, Brasil, 2010.
12. ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL e RELATÓRIO DE IMPACTO AO MEIO AMBIENTE – EIA/RIMA. Sistema de Processamento e Aproveitamento de Resíduos e Unidade de Recuperação de Energia – SPAR-URE do Município de São Bernardo do Campo, SP. GEOTECH - Geotecnia Ambiental Consultoria e Projetos, 2013.
13. GOMEZ, A. C. G. Análise da Composição de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) visando seu Aproveitamento Energético por Processo de Combustão. Dissertação de Mestrado. CECS/UFABC, Santo André, SP, Brasil, 2016.

14. GUARDABASSIO, E. V; PEREIRA, R. S. Gestão pública de resíduos sólidos urbanos na região do Grande ABC. *Gestão & Regionalidade*. Vol. 31. Nº 93. dez/2015.
15. HENRIQUES, R. M. Aproveitamento Energético dos Resíduos Sólidos Urbanos: Uma Abordagem Tecnológica. Dissertação de M.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2004a.
16. HENRIQUES, Rachel Martins; Basto Oliveira, L.; Oliveira da Costa, A. Geração de Energia com Resíduos Sólidos Urbanos Análise Custo Benefício, 2004b.
17. IBGE. Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD). Brasília: IBGE, 2010.
18. IDUSTCARDS. Power Plants Around the World (2013). Disponível em: <<http://www.industcards.com>>. Acesso em: 02 abr. 2016.
19. IPM. Histórico da Incineração no Brasil. Divisão de Sistemas e Métodos. São Paulo, 2002.
20. KLASS, D. L. Biomass for Renewable Energy, Fuels, and Chemicals. United States: Academic Press, 1998.
21. MACHADO, C. F. Incineração: Uma Análise do Tratamento Térmico dos Resíduos Sólidos Urbanos de Bauru/SP. Projeto de Graduação – UFRJ/ Escola Politécnica/ Curso de Engenharia Ambiental. Rio de Janeiro, 2015.
22. MAVROPOULOS, A. “Thermal treatment in transition countries. Is there any future and how?”. Seminário Internacional de Tecnologias e Gestão de Resíduos Sólidos. Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 26-28 maio, 2010.
23. ONU – Organização das Nações Unidas. Assembleia Geral: The Future We Want, A/RES/66/288 (27 de julho de 2012). Disponível em: < http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/66/288&Lang=E>. Acesso em 07 jul. 2016.
24. PMGIRS-SBC. Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Município de São Bernardo do Campo. Fundação Escola de Sociologia e Política de São Paulo. São Bernardo do Campo, 2015. Disponível em: <http://www.saobernardo.sp.gov.br/documents/10181/19965/Plano+de+Gest%C3%A3o+Integrada+de+Res%C3%ADduos+de+S%C3%A3o+Bernardo+do+Campo_p_Revis%C3%A3o+2015.pdf/a951bb84-b5fc-4d62-b65a-aaf3ab99bbb7>. Acesso em 01 abril de 2016.
25. PNUD. Ranking IDHM Unidades da Federação 2010. [S.L., 2013]. Disponível em: <<http://www.pnud.org.br/atlas/ranking/Ranking-IDHM-UF-2010.aspx>>. Acesso em: 02 abr. 2016.
26. POLLETO, J. A.; SILVA, C. L. Influência da Separação de Resíduos Sólidos Urbanos para fins de Reciclagem no Processo de Incineração com Geração de Energia. In: 8º Congresso Ibero-americano de Engenharia Mecânica, 23-25 out. 2007, Cusco, Peru.
27. RISCADO, A.; Badejo, L. Teoria e Prática em Construções Sustentáveis no Brasil. SEA - Secretaria de Estado do Ambiente do Rio de Janeiro. Projeto CCPS. Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2010.
28. SÃO PAULO. Lei n. 13.579, de 13 de julho de 2009. Define a Área de Proteção e Recuperação dos Mananciais da Bacia Hidrográfica do Reservatório Billings - APRM-B. Lex: Diário Oficial do Estado de São Paulo, São Paulo, 2009.
29. SÃO PAULO. Secretaria do Meio Ambiente. Plano de resíduos sólidos do estado de São Paulo [recurso eletrônico] / Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, Coordenadoria de Planejamento Ambiental, CETESB; Autores André Luiz Fernandes Simas et al.; Organizadores André Luiz Fernandes Simas, Zuleica Maria de Lisboa Perez. – 1ª Ed. – São Paulo: SMA, 2014.
30. STANTEC. A Technical Review of Municipal Solid Waste Thermal Treatment Practices. British Columbia, Burnaby BC. Fonte: Waste to Energy. 2011. Disponível em: <<http://www2.gov.bc.ca/gov/content/environment/wastemanagement/garbage/waste-to-energy>>. Acesso em 08 de outubro 2016.
31. T. RAND et al. Municipal Solid Waste Incineration. Requeriments for a successful project. Washington, D.C.: The World Bank, 2000.
32. TANGRI, N. Waste Incineration: A Dying Technology. 1ª edição. Berkeley, 2003.
33. THEMELIS, N. J. “An overview of the global waste-to-energy industry in Waste Management World”. 2004. Disponível em: <http://www.seas.columbia.edu/earth/papers/global_waste_to_energy.html>. Acesso em: 02 de abril de 2016.
34. UNEP. The Mounting Problem: World's Cities Produce up to 10 Billion Tonnes of Waste Each Year, UN Study Estimates. Disponível em: <<http://www.unep.org/newscentre/Default.aspx?DocumentID=26844&ArticleID=35410&l=en>>. Acesso em 31 out. 2016.
35. USINAVERDE. A Usina Modelo – USINAVERDE. Disponível em: <<http://www.usinaverde.com.br>>. Acesso em 02.abr. de 2016.
36. VAN LOO, & KOPPEJAN. The Handbook of Biomass Combustion & Co-firing. UK: Earthscan, 2008.