



You are free: to copy, distribute and transmit the work; to adapt the work.
You must attribute the work in the manner specified by the author or licensor

DIAGNÓSTICO E GESTÃO DOS RESÍDUOS GERADOS EM ATERRO SANITÁRIO

Thaís do Amaral¹; Gerson Araujo de Medeiros²; Sandro Donnini Mancini²;
Manuel Enrique Gamero Guandique²; Vinícius Pedreira Coimbra¹; Admilson Irio Ribeiro²

RESUMO

A questão dos impactos ambientais e para a saúde humana da geração e disposição dos resíduos sólidos humanos tem levado a uma mudança de paradigmas para o seu enfrentamento, evidenciando a necessidade de uma gestão sustentável dos resíduos sólidos urbanos (RSU). Nesse contexto, a expansão dos aterros sanitários no Brasil, nas últimas décadas, torna necessária a gestão sustentável dos resíduos gerados por esse tipo de empreendimento, desde a sua implantação. O objetivo do presente trabalho foi o de realizar um diagnóstico da geração de resíduos em um aterro sanitário, em fase de expansão, e as alternativas adotadas para a sua gestão. O diagnóstico qualitativo foi realizado a partir de observações no local e os resíduos classificados e quantificados no período de agosto de 2011 a janeiro de 2012. No diagnóstico considerou-se a redução, a reutilização e a reciclagem, nesta ordem. Os resultados desse estudo apontaram que o resíduo de maior geração foi a geomembrana PEAD utilizada na impermeabilização do aterro, atingindo 7 t, seguido pelos canos de PVC, o qual alcançou 850 kg, os quais foram destinados para a reciclagem. O maior volume de efluentes líquidos gerados correspondeu ao chorume, correspondendo a 11.500 m³, os quais foram enviados para tratamento.

Palavras-chave: gestão de resíduos; gestão ambiental; redução e reciclagem.

DIAGNOSIS AND MANAGEMENT OF GENERATED WASTE IN LANDFILL

ABSTRACT

The issue of environmental impacts to human health and the generation and disposal of solid waste has led to a change of paradigms for your face, highlighting the need for sustainable management of municipal solid waste (MSW). In this context, the expansion of landfills in Brazil in recent decades makes it necessary to sustainable management of waste generated by this type of enterprise, since its implementation. The aim of this study was to perform a diagnosis of the generation of waste in a landfill, in the expansion phase, and the alternatives adopted for its management. The qualitative diagnosis was made from observations on site and the wastes were classified and quantified from August 2011 to January 2012. In the diagnosis was considered the reduction, reuse and recycle, in that order. The results of this study showed that the residue of the greatest generation was PEAD geomembranes used in the waterproofing of the landfill, reaching 7 t, followed by PVC pipes, which reached 850 kg, both destined for recycling. The largest volume of wastewater generated corresponded to the leachate, reaching 11,500 m³, which were sent for treatment

Keywords: waste management, environmental management, reduction, recycle.

Trabalho recebido em 05/12/2012 e aceito para publicação em 10/06/2013.

¹ Engenheiro Ambiental, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - Campus de Sorocaba..

² Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - Campus de Sorocaba. Av. Três de março 511, CEP 36570-000, Sorocaba - SP. e-mail: gerson@sorocaba.unesp.br, mancini@sorocaba.unesp.br, enrique@sorocaba.unesp.br, admilson@sorocaba.unesp.br;

1. INTRODUÇÃO

A geração do lixo nos centros urbanos é um dos principais reflexos do crescimento populacional associado às mudanças dos hábitos de consumo da população.

Segundo Jucá (2003), o aumento da quantidade de resíduos se acentua em meados da década de 1990, quando houve uma redução dos índices inflacionários e aumento de consumo por parte da população. Caso a logística da coleta, transporte e destinação final desses resíduos não for corretamente gerenciada, o impacto ambiental e social causado atinge grandes proporções.

A produção de resíduos sólidos está relacionada ao desenvolvimento da região, sendo uma relação diretamente proporcional, já que quanto maior o poder aquisitivo da população, maior será o volume de resíduos produzidos. Além disso, o nível sócio econômico da população também influencia nas características físicas e químicas dos resíduos, além do perfil da atividade econômica (BRAGA et al., 2002). Em regiões com desenvolvimento agrícola geram-se resíduos diferentes de polos tipicamente industriais.

Mancini et al. (2012) apresentam os principais destinos finais possíveis do lixo praticados no Brasil. Nesse aspecto,

destaca-se o lixão ou vazadouro a céu aberto que é o local em que os resíduos sólidos urbanos são simplesmente despejados pela população ou sistema de coleta, em terrenos, os quais podem gerar uma série de impactos ambientais e para a saúde humana, conforme apontado por vários autores (MEDEIROS et al., 2008a; MEDEIROS et al., 2008b; BELI et al., 2005; MEDEIROS et al., 2009a; MEDEIROS et al., 2009b).

O aterro controlado também é considerado uma forma errônea, em termos de saúde pública e meio ambiente, de destinação dos resíduos sólidos, pois difere dos lixões por simplesmente cobrir periodicamente os resíduos gerados (MANCINI et al., 2012). Já o aterro sanitário é considerado a única forma adequada de destinação final dos resíduos sólidos urbanos, pois é provido de impermeabilização do terreno, drenos de chorume, de gases e de águas da chuva, de cobertura periódica de terra até atingir a altura final de compactação do lixo (MANCINI et al., 2012).

A geração crescente dos resíduos sólidos urbanos e as leis ambientais cada vez mais restritivas têm levado ao aumento do percentual do lixo destinado aos aterros sanitários e a sua consequente expansão.

Segundo informações levantadas e compiladas pela ABRELPE (2012), a

geração de RSU no ano de 2011 alcançou aproximadamente 62 milhões de toneladas. Em termos de geração de lixo individual, essa produção anual total equivale a 385 kg por habitante, ou em termos diários a 1,22 kg por habitante.

Nas cidades de maior concentração populacional as médias diárias de geração de resíduos sólidos passaram de 1,3 kg por habitante, quantidade que é equivalente aos índices verificados nos países desenvolvidos. Tais aumentos na geração de RSU no Brasil apontam para a necessidade de constante ampliação das atividades ligadas à gestão dos resíduos sólidos urbanos (ABRELPE, 2012)

Cerca de 32,2 milhões de toneladas de RSU coletados no Brasil em 2011, ou 58,1% do total, foram dispostos em aterros sanitários, enquanto os 23,3 milhões de toneladas restantes, o que corresponde a 41,9% do total coletado, foram dispostos em lixões e aterros controlados, demonstrando a necessidade de melhoria na destinação dos RSU desse país. Apesar desse quadro negativo, houve uma evolução, pois em 1989 apenas 9,6% dos RSU eram destinados para os aterros sanitários (MANCINI et al., 2012)

Em agosto de 2010 foi instituída a nova Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) em resposta a questão da geração e gestão dos resíduos gerados,

promovendo o paradigma do aumento da eficiência do uso de recursos e obrigando os diferentes segmentos da sociedade contemporânea a rever suas atividades.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos dissemina a não geração, a redução, a reutilização, a reciclagem e o tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

A gestão sustentável de resíduos sólidos urbanos envolve aspectos institucionais e legais, políticas e diretrizes locais e regionais, legislação favorável e ainda questões ambientais, econômicas e sociais para que apresente os resultados positivos esperados (MANCINI et al., 2012). Do ponto de vista social, movimentam o comércio de recicláveis, gerando renda para populações carentes e agrega conhecimento, criando uma cultura de sustentabilidade. Por fim, aumenta o lucro e/ou diminui desperdícios financeiros das iniciativas públicas e privadas, reduzindo a necessidade de receita para compra de matéria prima ou disposição final.

As forças de mercado também estão cada vez mais exigentes e demandantes de atitudes sociais, ambientais e econômicas sustentáveis o que leva a cobrança dos clientes e consumidores sobre a gestão dos resíduos das empresas e prestadores de

serviços, incluindo os aterros sanitários. Nesse contexto, a gestão de resíduos assume uma nova abrangência, passando da simples disposição em locais licenciados para o incentivo da redução, da reutilização e da reciclagem dos materiais.

O objetivo do presente trabalho foi o de realizar um diagnóstico da geração de resíduos em um aterro sanitário, durante a sua fase de expansão, e as alternativas adotadas para a sua gestão sustentável.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi desenvolvido em aterro sanitário particular na região leste no estado de São Paulo. Esse aterro possui licença de operação da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) para o recebimento de 1000 t.dia⁻¹ de resíduos classe IIa e IIb, tendo sua vida útil calculada para 20 anos, com

uma capacidade de aproximadamente 7 milhões de m³.

A área do aterro é de aproximadamente 60 ha, sendo 52% desse total destinado à disposição de resíduos, e os outros 48% correspondendo a área de reserva legal.

A impermeabilização utilizada é composta de várias camadas, começando por argila compactada seguida de manta betonítica e de geomembrana PEAD e, por fim, solo argiloso.

Para fins de implantação e licenciamento, o aterro foi dividido em oito fases diferentes, denominadas 1A, 1B, 1C, 2A, 2B, 3, 4 e 5. Esse estudo ocorreu durante a implantação da fase 1B.

As áreas de implantação de impermeabilização e os respectivos volumes de cada fase estão na Tabela 1.

Tabela 1. Áreas e volumes das fases de implantação do aterro sanitário.

| Fase | Área (m ²) | Volume (m ³) |
|-------|------------------------|--------------------------|
| 1A | 32.918 | 518 315,49 |
| 1B | 16.459 | 253 163,03 |
| 1C | 16.459 | 253 163,03 |
| 2A | 17.854 | 431 593,28 |
| 2B | 17.854 | 386 223,93 |
| 3 | 60.201 | 1 686 156,39 |
| 4 | 50.531 | 1 674 947,58 |
| 5 | 40.824 | 960 204,69 |
| Total | 253.098 | 6.163 767,43 |

O levantamento dos resíduos gerados, no próprio aterro, foi realizado por observação em cada setor. Esses resíduos foram classificados segundo a NBR 10.004 e a Política Nacional dos Resíduos Sólidos. Definiu-se também a forma como deveriam ser acondicionados, de acordo com sua periculosidade.

Seguiu-se também o esquema de cores para fins de reciclagem, conforme a Tabela 2.

Os resíduos foram quantificados durante seis meses consecutivos, no período de agosto de 2011 a janeiro de 2012. Todos os resíduos gerados foram separados, classificados e pesados úmidos.

Primeiramente foi avaliada a possibilidade de diminuição ou não geração do resíduo em questão. Quando não foi possível, a possibilidade de

reutilização foi o próximo item a ser avaliado.

Como terceira opção, foram adquiridos coletores das diferentes cores para a separação dos resíduos para reciclagem. Sensibilizações e treinamentos ajudaram os colaboradores a contribuir com a coleta seletiva.

Por fim, nos casos que nenhuma das opções anteriores era possível foi considerada como última alternativa a destinação no próprio aterro.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A classificação dos resíduos, segundo a Norma NBR 10004, por setor gerador da empresa, e a respectiva medida de gestão são apresentados na Tabela 3, enquanto na Tabela 4 podem-se visualizar os resultados quantitativos.

Tabela 2. Esquema de cores para separação e armazenamento de resíduos recicláveis.

| Cor | Resíduo |
|-----------------|---|
| Azul | Papel/papelão |
| Vermelho | Plástico |
| Verde | Vidro |
| Amarelo | Metal |
| Preto | Madeira |
| Laranja | Resíduos Perigosos |
| Branco | Resíduos ambulatoriais |
| Roxo | Resíduos radioativos |
| Marrom | Resíduos orgânicos |
| Cinza | Resíduo geral não reciclável ou misturado ou contaminado não passível de separação. |

Tabela 3. Qualificação dos resíduos gerados no aterro, no período de agosto de 2011 a janeiro de 2012.

| Setor | Resíduo | NBR 10004 | Acondicionamento | Destino |
|---------------------|--|-----------|------------------------|---------------------------------|
| Escritório | Papel sulfite/papelão | IIa | Coletores azuis | Reaproveitamento/ Reciclagem |
| | Cartuchos de tinta para impressão | I | Caixas próprias | Recarga |
| | Pilhas e Baterias | I | Coletores Laranjas | Logística Reversa |
| Laboratório | Restos de Amostras | IIa e IIb | Armário do Laboratório | Aterro |
| | Efluente Laboratorial | I | Bombonas | Piscina de Chorume |
| Refeitório | Restos de Alimentos | IIa | Coletores Cinzas | Aterro |
| | Embalagens e Papéis Sujos | IIa | Coletores Cinzas | Aterro |
| | Garrafas, copos e talheres de plástico | IIa | Coletores Vermelhos | Reciclagem |
| Área de Implantação | Retalhos e Cavacos de Mantas de PEAD | IIa | | Reciclagem |
| | Bidim/Geotextil | | Área de Implantação | |
| | Retalhos de Manta Bentonítica | | | |
| | Canos de PVC | IIa | | Reciclagem |
| | Madeira | IIb | | Reutilização |
| Área de Operação | Óleo Lubrificante | I | Não se aplica | Rerrefino |
| | Chorume | IIa | Lagoa de Chorume | Tratamento de Efluentes |
| Demais áreas | Papéis sujos | IIa | Coletores Cinzas | Aterro |
| | Efluente líquido | IIa | Fossa | Tratamento |
| | Lâmpadas fluorescentes | I | Local seco e seguro | Logística Reversa |

Tabela 4. Quantificação dos resíduos e efluentes gerados na fase de implantação do aterro sanitário, no período de agosto de 2011 a janeiro de 2012.

| Resíduo/efluente | Total | Média mensal |
|---|---------|--------------|
| Papel/Papelão (kg) | 207,1 | 34,514 |
| Plástico (kg) | 93,1 | 15,51 |
| Pilhas e Baterias (unidades) | 4 | 0,667 |
| Lâmpadas fluorescentes (unidades) | 5 | 0,833 |
| Retalhos e Cavacos de Mantas de PEAD (kg) | 7.305,9 | 1.217,642 |
| Canos de PVC (kg) | 850 | 141,667 |
| Restos de Amostras (kg) | 100 | 16,667 |
| Efluente Laboratorial(L) | 9 | 1,5 |
| Não recicláveis (kg) | 338,3* | 84,575 |
| Óleo Lubrificante (m ³) | 0,441** | 0,147 |
| Chorume (m ³) | 11.499 | 1.916,48 |
| Efluente líquido(m ³) | 167 | 27,833 |

*Total referente a quatro meses; **Total referente a três meses.

Os resíduos não recicláveis começaram a ser pesados somente em outubro de 2011 devido à dificuldade inicial para o seu armazenamento e pesagem diariamente. Em relação ao óleo lubrificante, a pesagem se iniciou em novembro de 2011, pois foi necessário um acordo com a empresa terceirizada responsável pela manutenção do maquinário.

Os resíduos de manta bentonítica e de Geotextil não puderam ser quantificados, pois no início do estudo estes já haviam sido descartados.

Os resíduos de geração de papel sulfite, os quais seriam reutilizados como rascunhos, por exemplo, não foram quantificados por não entrarem no sistema de gestão como resíduos com necessidade de destinação. Assim que descartados, foram inseridos nas pesagens de papel.

O mesmo aconteceu com os resíduos de madeira e de cartuchos de tinta, devido à reutilização, por esse motivo não houve quantificação desses resíduos. Todavia, eles foram considerados no sistema de gestão.

Avaliando-se os resíduos perigosos gerados, aqueles que não apresentaram uma quantidade significativa incluíram as pilhas e baterias, provenientes da área de escritórios; as lâmpadas fluorescentes e o efluente laboratorial.

A redução de qualquer desses resíduos influencia diretamente na operação do aterro, e não podem ser reutilizados. Portanto, optou-se pelo envio das pilhas e baterias para pontos de coleta populares, devido a geração de somente 4 unidades no período avaliado. As lâmpadas foram enviadas a empresas licenciadas que efetuam a reciclagem.

A geração de efluente laboratorial alcançou 9 L e está vinculada ao controle do laboratório, antes da entrada de resíduos no aterro, garantindo as propriedades físicas padrão para a segurança do empreendimento. Sendo assim, não pode ser reduzido, nem reutilizado, sendo enviado para tratamento.

As amostras para controle dos resíduos que entram no aterro ficam armazenadas por seis meses, e por serem de materiais diversos e misturados são destinadas como lixo comum a área do aterro.

O óleo lubrificante descartado alcançou um volume de 441 L, no período avaliado, e sua destinação foi o envio para uma empresa terceirizada de rerrefino.

O efluente de maior volume do aterro foi o chorume, atingindo um total de 11.499 m³, no período avaliado. Por ser originado da decomposição do lixo esse efluente não é passível de redução dentro do empreendimento, a menos que cesse a

sua operação ou exista uma impermeabilização superior nos taludes que evite que a água da chuva percole no solo, aumentando seu volume.

Sendo um líquido altamente poluente deve ser tratado antes de ser despejado em corpos hídricos. Assim, o chorume é transportado semanalmente a uma empresa autorizada que faz o seu tratamento.

Observa-se, no período de monitoramento, um incremento mensal nessa geração, desde agosto de 2011 a janeiro de 2012, variando de 729,1 m³ a 4.069,7 m³ respectivamente. Esse fenômeno deve estar relacionado a expansão da área de disposição do aterro e ao aumento do volume de chuva, nesse período.

Observou-se que a quantidade de resíduos de papéis e papelões gerados apresentou uma variação durante os meses de pesagem, de 10,0 kg a 62,8 kg, sendo que o total atingiu 207 kg, no período avaliado. Essa variação ocorreu devido à compra de matérias e equipamentos que renderam aumento na quantidade de papelão descartado. Já os plásticos sofreram uma menor variação, sendo em sua maioria copos, garrafas e talheres.

Diante da medida de adoção de copos de vidro pela área administrativa e a impossibilidade de utilização de recipientes reutilizáveis pela área operacional, devido à preocupação com a

higiene dos mesmos, o consumo já está reduzido a seu limite. Assim, a doação desses resíduos para uma cooperativa de reciclagem foi à medida de gestão adotada.

Em relação ao consumo de papel, a substituição de toalhas de papel pelas de tecido não foi efetuada, também em detrimento da preocupação com a higiene. O consumo de folhas de papel sulfite e envelopes foram reduzidos pela reutilização e, após o consumo total, foram enviados também a cooperativa para posterior reciclagem.

Os resíduos da manta de PEAD que foi utilizada para a impermeabilização do aterro, foi o resíduo com a segunda maior geração, alcançando cerca 7,5 t.

Devido à quantidade medida e os dados de evolução do aterro, apresentados na Tabela 5, foi possível inferir sobre a geração futura desse resíduo, em cada fase, até o fim da implantação do empreendimento. Considerando a densidade como sendo de 950 kg/m³, também foi calculado o volume que esse resíduo ocupará no aterro, como mostra a Tabela 5.

Nota-se que até o fim do empreendimento, cerca de 113 t de manta serão descartadas, ou seja, 0,44Kg/m² ou 4,6t/ha, ocupando um espaço mínimo de aproximadamente 120 m³, o que corresponde a 0,001% do volume total do aterro.

Tabela 5. Inferência sobre a geração de resíduos de manta durante as fases de implantação do aterro.

| Fase | Área (m ²) | Volume (m ³) | Resíduo de Manta (kg) | Resíduo de Manta (m ³) |
|-------|------------------------|--------------------------|-----------------------|------------------------------------|
| 1A | 32,918 | 518 315,49 | 14.611,702 | 15,381 |
| 1B | 16,459 | 253 163,03 | 7.305,851* | 7,690 |
| 1C | 16,459 | 253 163,03 | 7 305,851 | 7,690 |
| 2A | 17,854 | 431 593,28 | 7 925,066 | 8,342 |
| 2B | 17,854 | 386 223,93 | 7 925,066 | 8,342 |
| 3 | 60,201 | 1 686 156,39 | 26.722,130 | 28,129 |
| 4 | 50,531 | 1 674 947,58 | 22.429,793 | 23,129 |
| 5 | 40,824 | 960 204,69 | 18.121,032 | 19,075 |
| Total | 253,098 | 6.163.767,43 | 112.345,603 | 118,259 |

*Dados mensurados

Nesse caso, não é possível identificar como seria possível uma redução dessa geração ou reutilização sem um estudo específico prévio. Assim, a solução encontrada foi o envio dos retalhos e rebarbas de PEAD para a mesma cooperativa que coleta e destina os resíduos a reciclagem.

No caso dos canos de PVC, o mesmo estudo de proporcionalidade foi realizado para se inferir a geração desse resíduo nas fases posteriores de implantação do aterro sanitário. Os resultados são apresentados na Tabela 6.

Considerando somente os canos de PVC, até o fim da implantação do aterro sanitário, pode ser gerado cerca de 13 t desse resíduo, ocupando um volume mínimo de 9 m³ no aterro.

Juntamente com os resíduos de manta, os tubos de PVC foram doados a cooperativa para encaminhamento a reciclagem.

Os resíduos não recicláveis incluíram os papéis utilizados nos banheiros, embalagens e guardanapos com restos de alimentos, os quais totalizaram uma geração de 338,3 kg, no período de outubro de 2011 a janeiro de 2012, o que corresponde a 1,41 kg.(colaborador.mês)⁻¹. Devido à inexistência de cozinha no empreendimento, cada colaborador era responsável pela sua alimentação, não possibilitando a interferência na quantidade de comida desperdiçada.

A redução de consumo de papéis nos banheiros ou no refeitório também não foi viável devido a medidas de higiene.

Tabela 6. Inferência sobre a geração de resíduos de tubos de PVC durante as fases de implantação do aterro.

| Fase | Área (m ²) | Volume (m ³) | Resíduo de Tubo (Kg) | Resíduo de Tubo (m ³) |
|-------|------------------------|--------------------------|----------------------|-----------------------------------|
| 1A | 32,918 | 518 315,49 | 1700 | 1,214 |
| 1B | 16,459 | 253 163,03 | 850* | 0,607 |
| 1C | 16,459 | 253 163,03 | 850 | 0,607 |
| 2A | 17,854 | 431 593,28 | 922,043 | 0,659 |
| 2B | 17,854 | 386 223,93 | 922,043 | 0,659 |
| 3 | 60,201 | 1.686 156,39 | 3.108,989 | 2,221 |
| 4 | 50,531 | 1.674 947,58 | 2.609,597 | 1,864 |
| 5 | 40,824 | 960 204,69 | 2.108,293 | 1,506 |
| Total | 253,098 | 6.163 767,43 | 13.070,861 | 9,336 |

*Dados mensurados

A reutilização e reciclagem também não são viáveis para este tipo de resíduo, assim foram enviados para aterramento.

Uma outra opção para os restos de alimentos seria a sua separação e a posterior compostagem, no próprio empreendimento. Porém, na época do levantamento, estando em fase de estudos.

O efluente líquido gerado é semelhante ao doméstico, pois é proveniente dos banheiros e do refeitório. Sua quantidade não é significativa, totalizando 167 m³ no período avaliado, todavia deve ser considerado no sistema de gestão ambiental da empresa. Devido à inexistência de sistema de coleta e tratamento de esgoto no local, o armazenamento foi feito em fossas e o tratamento é feito externamente por empresa licenciada.

4. CONCLUSÕES

O diagnóstico dos resíduos gerados por um aterro em expansão mostrou que em sua maioria eles são passíveis de redução, reutilização e reciclagem, evitando a disposição direta no próprio empreendimento, e aumentando sua vida útil. Destacaram-se os retalhos e cavacos de mantas de PEAD e os canos de PVC, os quais são considerados recicláveis.

Outro importante aspecto observado foi a ajuda social dada a cooperativa em questão, auxiliando famílias carentes a obterem uma renda a partir da venda dos recicláveis doados, indo ao encontro dos preceitos da Política Nacional de Resíduos Sólidos.

REFERÊNCIAS

- ABRELPE - Associação Brasileira de Empresa de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos resíduos sólidos do Brasil 2011**. São Paulo: ABRELPE, 2012. 184p.
- BELI, E.; NALDONI, C.E.P.; OLIVEIRA, A.C.; SALES, M.R.; SIQUEIRA, M.S.M.; MEDEIROS, G.A.; HUSSAR, G.J.; REIS, F.A.G.V. Recuperação da área degradada pelo lixão Areia Branca de Espírito Santo do Pinhal - SP. **Engenharia Ambiental**, v.2, p.135 - 148, 2005.
- BRAGA, B.; HESPANHOL, I.; CONEJO, J. G. L. et al. **Introdução a Engenharia Ambiental**. São Paulo: Prentice Hall, 2002. 305p.
- JUCÁ, J.F.T. Disposição final dos resíduos sólidos urbanos no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOTECNIA AMBIENTAL – REGEO'2003, 5, Porto Alegre – RS, 2003, **Anais...** Porto Alegre.
- MANCINI, S.D.; FERRAZ, J.L.; BIZZO, W.A. Resíduos sólidos. In: ROSA, A.H.; FRACETO, L.F.; MOSCHINI-CARLOS, V. (Ed.) **Meio Ambiente e sustentabilidade**. Porto Alegre: Bookman, 2012. p. 346-374.
- MEDEIROS, G.A., REIS, F.A.G.V., SOUZA JUNIOR, A. P., GIRALDI, B., SILVA, R. B. Diagnóstico ambiental do aterro do município de Andradas, no estado de Minas Gerais. **Engenharia Ambiental**, v.6, p.532 - 543, 2009a.
- MEDEIROS, G.A.; REIS, F.A.G.V.; MENEZES, P.H.B.J.; SANTOS, L.A.; NEVES, C.A.O.; NUNES, M.H.M.; DAVI, E.; ANSELMO, L.S.; SILVA, A. Diagnóstico do aterro do município de Poços de Caldas, no estado de Minas Gerais, Brasil. **Engenharia Ambiental**, v.6, p.3 - 15, 2009b.
- MEDEIROS, G.A.; REIS, F.A.G.V.; SIMONETTI, F.D.; BATISTA, G.; MONTEIRO, T.; CAMARGO, V.; SANTOS, L. F. S., RIBEIRO, L. F. M. Diagnóstico da qualidade da água e do solo no lixão de Engenheiro Coelho, no Estado de São Paulo. **Engenharia Ambiental**, v.5, p.169 - 186, 2008a.
- MEDEIROS, G. A.; REIS, F.A.G.V.; COSTA, F.B.; BENAGLIA, G.C.; SCOLARI, M.C.; FIORINI, P.A.; MIRANDA, P.A.M.; PASSONI, V. Diagnóstico do lixão do município de Vargem Grande do Sul, no estado de São Paulo. **Engenharia Ambiental**, v.5, p.1 - 16, 2008b.