REVISTA

LIMPEZA PÚBLICA®

2010 • R$ 28,00 • Nº 73

ABLP - Associação Brasileira de Resíduos Sólidos e Limpeza Pública
www.ablp.org.br

EcoUrbis

ATERROS SANITÁRIOS

Conheça as melhores práticas e os desafios para um destino final adequado dos resíduos

Concessionária responsável pela coleta, transporte, tratamento e destinação final dos resíduos domiciliares e dos serviços de saúde da região noroeste da cidade de São Paulo, a LOGA realiza tarefa essencial para a saúde pública e atende 13 subprefeituras levando qualidade e garantia de sustentabilidade. É nosso jeito de manter o compromisso com a cidade e com o meio ambiente.

Logística Ambiental de São Paulo S.A. - LOGA
Praça Alberto Lion, 366 - Mooca
01515-000 - São Paulo - SP
www.Loga.com.br
55.11.2165.3500

EXPEDIENTE

Revista Limpeza Pública
Publicação trimestral da Associação Brasileira de Resíduos Sólidos e Limpeza Pública - ABLP
1º trimestre de 2010.
Av. Paulista, 807 – 19º andar, conj. 1909/1913
CEP: 01311-100 – São Paulo–SP
Telefones: (11) 3266-2484
www.ablp.org.br – ablp@ablp.org.br
Entidade de utilidade pública
Decreto nº 21.234/85 SP
ISSN 1806.0390

Presidentes eméritos (in memoriam):
Francisco Xavier Ribeiro da Luz, Jayro Navarro, Roberto de Campos Lindenberg, Werner Eugênio Zulauf.

DIRETORIA DA ABLP - Triênio 2008-2010

Presidente:	Tadayuki Yoshimura
Vice-presidente:	Maria Helena de Andrade Orth
1º Secretário:	Maurício Sturlini Bisordi
2º Secretário:	Evandro Roberto Tagliaferro
1º Tesoureiro:	João Gianesi Neto
2º Tesoureiro:	Alexandre Gonçalves

CONSELHO CONSULTIVO
Rita de Cássia Paranhos Emmerich
Ariovaldo Caodaglio
Joaquim Luis Bolas Neves
Clovis Benvenuto
Walter Capello Junior
Membro Suplente
Eleusis Bruder Di Creddo
CONSELHO FISCAL
Luiz Carlos Ferreira de Araujo
Wanda Maria Risso Gunther
Olsen Lopes da Silva Junior
Membro Suplente
Wilson Ichiro Koga
CONSELHO EDITORIAL
Tadayuki Yoshimura
Maria Helena de Andrade Orth
Fernando Sodré da Motta
Eleusis Bruder Di Creddo
Evandro Roberto Tagliaferro
COORDENADORIA DA REVISTA
Antonio Simões Garcia, Walter de Freitas, Alexandre Gonçalves
Marcelo Hipólito do Rego
Secretaria Carlaine Santos de Azeredo

PRODUÇÃO EDITORIAL
Delorenzo Assessoria Gráfica & Editorial e Editora Tennis.View Ltda. – Tel.: (11) 3832-1548
E-mail: marcosdelorenzo@uol.com.br
Jornalista Responsável:
Adriana Delorenzo – MTb 44779
Edição e Reportagens: Adriana Delorenzo
Revisão: Neide Munhoz
Criação e Editoração: Heidy Yara Krapf Aerts
Fotografia: Marcos Delorenzo
Foto da capa: EcoUrbis
Tiragem: 4.000 exemplares

Os conceitos e opiniões emitidos em artigos assinados são de inteira responsabilidade dos autores e não expressam necessariamente a posição da ABLP, que não se responsabiliza pelos produtos e serviços das empresas anunciantes, estando elas sujeitas às normas de mercado e do Código de Defesa do Consumidor.

EDITORIAL
ABLP nos grandes eventos e debates do setor 4

HISTÓRIA
ABLP mantém título de Entidade de Utilidade Pública há 25 anos 5

ARTIGOS
- Sistema de cobertura de aterro de RSU para oxidação biológica do metano, por Fernando A. M. Marinho e Lia de Sousa 6
- Aplicação de geossintéticos em aterros sanitários, por Carlos Vinicius dos Santos Benjamim 50

ENTREVISTA
Ronaldo Gaspar fala sobre incineração e termovalorização energética dos resíduos 14

CAPA
- Tratamento a longo prazo para os resíduos sólidos 18
- Tratamento do chorume é um desafio 27
- Distâncias precisam ser superadas 32
- Entre o gerador e o aterro sanitário 36
- Análise crítica do projeto de norma para aterros de pequeno porte 38

VISÃO JURÍDICA
Retenção de 11% ao INSS na prestação de serviços de tratamento e destinação final de resíduos, por Mariana Brito Arauj 48

NOTÍCIAS ABLP 57

M Delorenzo

ABLP nos grandes eventos e debates do setor

Iniciamos este ano, cumprimentando nossos associados, pessoas e empresas que, com seu inestimável apoio material e intelectual, e com base em seu conhecimento e experiência tecnológica, suportam as atividades da ABLP, uma associação dedicada ao estudo e divulgação das melhores técnicas de gerenciamento de todos os tipos e origens de resíduos. Renovamos a todos nossos votos de êxito em suas atividades.

Celebramos, também com satisfação, a confirmação, que acabamos de receber da Prefeitura da Cidade de São Paulo, do Título de Utilidade Pública Municipal, concedido à nossa Associação em 23 de agosto de 1985. Esta confirmação reconhece o mérito contínuo de nosso trabalho há 25 anos.

Da mesma forma, este é o momento de lembrar, especialmente àqueles que nos acompanham de perto na administração, que neste ano continuaremos somando conquistas para o desenvolvimento da ABLP.

Nesta edição, o assunto de capa sobre "aterros sanitários" encerra o programa "Sistemas de Limpeza Urbana", iniciado na edição número 69, com a "minimização, coleta e transporte" dos resíduos urbanos. Nessas cinco edições procuramos mostrar o estado da arte em limpeza urbana no Brasil, buscando técnicas e práticas de norte a sul.

No dia 18 de janeiro encerrou-se a votação da Consulta Nacional, pela ABNT, do Projeto de Norma Brasileira para Aterros Sanitários de Pequeno Porte. Trata-se, atualmente, de um importante debate, pois a aprovação do projeto, como proposto, pode significar um retrocesso. No momento em que escrevemos esta mensagem ainda não temos notícia sobre o resultado dessa votação. Mas continuamos atentos no sentido de evitar que essa Norma entre em vigor, sem que sejam removidas as inconsistências técnicas que a tornam inadequada para o fim a que se destina. (Veja nesta edição as páginas especiais em Notícias ABLP).

Neste semestre teremos grandes eventos para o setor, com a participação da ABLP. Em parceria com o jornal "A Tarde", nossa Associação realiza no dia 30 de março, em Salvador, um seminário sobre limpeza urbana, com o tema "Cidade Limpa".

A Coordenadoria Ecos da Sardenha está finalizando os preparativos para a realização do evento no próximo mês de abril, com a presença de renomados participantes do Sardenha 2009. Esta será uma de nossas realizações importantes deste ano, contando com grandes especialistas nacionais e estrangeiros.

A Coordenadoria de Cursos e Palestras programou quatro cursos para o ano e a primeira palestra para o início do mês de março. Manteremos esta atividade no nível necessário para atender ao interesse que tem despertado.

A Reed Exhibitions Alcântara Machado solicitou, e, considerando a natureza e a abrangência do evento, autorizamos o apoio institucional da ABLP à Ambiental Expo, que se realizará em abril, em São Paulo.

Bom trabalho a todos.

Tadayuki Yoshimura – Presidente da ABLP

ABLP mantém título de Entidade de Utilidade Pública há 25 anos

Renovado em janeiro de 2010, título reconhece o trabalho que a Associação realiza há quase 40 anos e a sua importância para o desenvolvimento do setor

A Associação Brasileira de Resíduos Sólidos e Limpeza Pública (ABLP) recebeu no dia 27 de janeiro, da Prefeitura de São Paulo, a declaração de renovação de seu título de Utilidade Pública Municipal. De acordo com o documento, a Associação cumpriu as exigências legais que garantem a manutenção do título, o qual foi concedido em 26 de agosto de 1985.

De acordo com a lei que fundamenta o título, para ser considerada de Utilidade Pública, a entidade deve servir à coletividade em determinado setor continuadamente, os cargos da diretoria não devem ser remunerados, deve ter reconhecida idoneidade e prestar ao município a sua colaboração no setor de sua especialidade, entre outras responsabilidades.

Ao longo desses 25 anos a ABLP tem cumprido essas tarefas, aliás, há mais tempo. A ABLP foi fundada em 20 de novembro de 1970 por um grupo de 26 idealistas, em uma assembléia na Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo. O objetivo era, justamente, criar uma Associação que reunisse pessoas ligadas à área de resíduos sólidos e limpeza pública para estudar, debater e divulgar as artes e técnicas necessárias para o desenvolvimento do setor.

Se hoje temos muitos desafios a serem vencidos em relação aos resíduos sólidos, naquela época eles eram ainda maiores. Reunindo profissionais de empresas que prestam esses serviços, técnicos e especialistas que trabalham no Poder Público e pesquisadores de diversas universidades, a ABLP vem contribuindo para a melhoria do gerenciamento de resíduos sólidos no País.

SXC

Atuação

São inúmeras as atividades que a ABLP tem realizado em benefício da evolução do setor. A Associação oferece cursos e palestras e realiza seminários, como o Seminário Nacional de Limpeza Pública (Senalimp) e o Ecos da Sardenha. Além disso, promove encontros especiais para discutir assuntos polêmicos no setor, como o Workshop realizado no final do ano passado, que debateu o projeto de norma para aterros sanitários de pequeno porte colocado em consulta nacional pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

A ABLP também participa de congressos, feiras e outros eventos do setor por todo o País. Participa ativamente em comissões, nos diversos níveis de governo, para a elaboração ou revisão de projetos de normas e leis. Colabora com o Ministério das Cidades, do Meio Ambiente, com o Conselho Nacional de Meio Ambiente (Conama), com a Agência de Vigilância Sanitária (Anvisa) e com órgãos estaduais.

No que diz respeito à divulgação, a ABLP publica desde 1975, a Revista Limpeza Pública. São artigos técnicos, entrevistas e matérias sobre resíduos sólidos e limpeza pública.

Por tudo isso, a ABLP orgulha-se do título de Entidade Utilidade Pública e continuará esse importante trabalho em busca das soluções mais sustentáveis e adequadas ao Brasil.

Por Fernando A. M. Marinho e Lia de Sousa

Projeto de Pesquisa sobre Sistema de Cobertura de Aterro de RSU para Oxidação Biológica do Metano

Fernando A. M. Marinho
Engenheiro Civil , PhD em Geotecnia pela University of London, professor livre docente da Escola Politécnica da USP. Desenvolve pesquisa e consultorias na área de solos não saturados, taludes e cobertura de aterros de RSU.

Lia de Sousa
Engenheira civil pela Escola Politécnica da USP, Aluna de pós-graduação da Escola Politécnica da USP. Experiência em consultoria ambiental de aterros sanitários.

Resumo

A disposição de resíduos sólidos urbanos no solo, uma prática muito utilizada, é uma fonte importante de emissão de metano para a atmosfera. Este gás tem uma contribuição significativamente maior que o dióxido de carbono na retenção do calor na atmosfera e consequente aumento do aquecimento global (efeito estufa). A oxidação biológica do metano nos sistemas de cobertura de aterros é uma alternativa para a diminuição das emissões de metano nestes sistemas. Esse processo ocorre pela atividade microbiana em ambientes nos quais se encontram disponíveis o metano e o oxigênio, proveniente da atmosfera e/ou dissolvido na água. Propõe-se neste projeto o estudo da oxidação biológica do metano, através da instalação de uma cobertura experimental (biofiltro) no aterro DELTA 1A (SP), utilizando como fonte de metano o sistema vertical de captação de biogás. O meio suporte da cobertura experimental a ser testada será uma mistura de composto e solo. Serão monitorados ao longo do processo, a vazão do biogás, o consumo de metano e as características do material em termos geotécnicos e microbiológicos. O objetivo é definir as características do material suporte mais adequado, levando-se em conta os aspectos climáticos, de forma a se obter uma maior oxidação do metano.

1. Introdução

É cada vez maior o interesse dos cientistas, ambientalistas, pesquisadores e população em geral pela discussão dos problemas relacionados ao aquecimento global devido ao aumento das emissões de gases de efeito estufa, no caso metano (CH_4) e dióxido de carbono (CO_2) pelas atividades antropogênicas. A maior parcela da energia solar que penetra na atmosfera alcança o solo. Parte deste calor é, no entanto, refletido de volta pelas camadas exteriores da atmosfera. Neste balanço a Terra retém calor. Esta retenção se dá devido à presença de água e dióxido de carbono (CO_2). O calor retido mantém a temperatura global em níveis adequados para a sua habitabilidade. De outra forma a Terra seria um planeta frio. Segundo alguns cientistas a emissão de grandes quantidades de CO_2 e CH_4 na atmosfera elevou a temperatura em cerca de 0,5ºC desde 1900, o que tem causado alterações importantes na biosfera. O aumento das emissões pode assim alterar o balanço existente criando significativas alterações na temperatura da Terra.

Além de ser uma preocupação de todos, a redução das emissões é uma preocupação do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC). Uma das ações do MDIC foi a criação do Mercado Brasileiro de Reduções de Emissões (MBRE). O Ministério das Cidades vem também incentivando mecanismos de desenvolvimento limpo (MDL). Estas iniciativas vêm ao encontro dos estudos propostos neste projeto. A utilização de sistemas de oxidação biológica do metano dentro do MBRE exige a adequada quantificação do consumo de CH_4.

A razão fundamental para o desenvolvimento desta pesquisa reside no fato de que o CH_4 é 25 vezes mais efetivo que o CO_2 na absorção de calor (IPCC, 2007). Além disso, as alterações no clima atribuídas ao CH_4 nos últimos 150 anos representam 40% daquela atribuída ao CO_2, e o CH_4 atmosférico tem aumentado num fator de duas vezes no último século (Barlaz et al, 2004).

Os aterros sanitários são responsáveis por cerca de 5 a 6% das emissões de gás metano (Kreileman & Bowman, 1994). A emissão de gases poluentes de aterros sanitários, e outras fontes de deposição de resíduos sólidos urbanos, é uma forma de poluição atmosférica que precisa ser melhor investigada e controlada do ponto de vista de escape pela camada de cobertura.

Geralmente os aterros sanitários não possuem equipamentos de captação de biogás e continuam a emitir estes gases para atmosfera por muitos anos. As instalações de aproveitamento de biogás são de alto custo, o que dificulta a sua instalação. Outro aspecto importante de se notar é que, mesmo prevendo a instalação dos equipamentos, existe uma grande dificuldade por parte dos gerenciadores de aterro sanitário na recuperação eficiente do gás metano. Seja ele na queima (transformação em CO_2) ou no aproveitamento energético. Além disto, uma porcentagem (10 a 20%) sempre escapará do sistema de captação sob forma de emissão.

O presente estudo tem como campo de estudo o aterro sanitário DELTA 1A, localizado na cidade de Campinas (SP). No aterro sanitário DELTA 1A, serão instalados biofiltros que permitirão avaliar a influência das condições ambientais e estado do solo utilizado.

Dentro do contexto, pretende-se estudar barreiras reativas de oxidação passiva de metano no recobrimento final de aterros, constituindo, assim, uma solução eficiente e economicamente viável sob vários aspectos. Salienta-se que a solução aplica-se não somente para os aterros sanitários, mas também para lixões e outras disposições com ou sem controle de resíduos sólidos urbanos no solo.

As barreiras de oxidação requerem equipamentos comuns para sua construção, não requerem manutenção específica, o que reduz os custos referentes à fase de pós-fechamento. Podem-se usar materiais alternativos na sua construção tais como resíduos industriais ou rejeitos de mineração diminuindo, assim, os custos de recobrimento e agregando valor comercial aos mesmos. A barreira reativa de oxidação passiva do metano serve de habitat para os microrganismos metanotróficos. As bactérias metanotróficas utilizam o metano como fonte de carbono e energia, transformando-o em dióxido de carbono, água e biomassa celular.

2. Justificativa

Esta pesquisa justifica-se pela necessidade de se reduzir as emissões de metano para a atmosfera. Desta forma, é necessário compreender o processo e os fatores que afetam a oxidação do metano em cobertura de aterros sanitários, de modo a viabilizar o dimensionamento e a execução de um sistema otimizado de cobertura de aterros sanitários.

3. Objetivos

Esta pesquisa tem como principal objetivo definir as características geotécnicas e biológicas para a construção de barreiras reativas de oxidação biológica do metano.

Pretende-se com este trabalho:

- Caracterizar e definir os procedimentos necessários para o projeto e execução de barreiras reativas de oxidação passiva do gás metano, reduzindo, assim, os problemas relacionados com a emissão de gás metano para a atmosfera nos locais onde o escape não pode ser controlado com facilidade.

São ainda objetivos deste estudo:

- Avaliar o efeito climático no processo de oxidação do metano.
- Estudar a possibilidade de implantar coberturas de oxidação nos aterros estudados.
- Estabelecer um procedimento para o monitoramento das emissões e da oxidação do metano na cobertura.
- Utilizar a microbiologia molecular para caracterizar as bactérias metanotróficas presentes nas coberturas estudadas.

A originalidade deste trabalho está na construção destas barreiras no campo. Na literatura encontram-se apenas poucos estudos realizados no campo (i.e. Powelson et al. (2006); Teixeira (2008)). O presente estudo envolverá técnicas de engenharia e microbiologia, integrando assim diferentes áreas. Esta pesquisa contribuirá para o desenvolvimento das técnicas de recobrimento de aterros sanitários, estabelecendo o perfil das camadas de recobrimento dos aterros, de maneira que o mesmo seja capaz de oxidar, de forma passiva, o gás metano durante a fase de pós-fechamento do aterro, diminuindo, assim, a emissão do gás metano para a atmosfera.

4. Oxidação Biológica do Metano

A oxidação biológica do metano é um processo que ocorre em ambientes onde o metano e o oxigênio são encontrados juntos. Assim, as coberturas de aterros, sanitários ou não, por onde escapam o biogás, são um excelente meio para que este processo ocorra. Para melhor entender o processo de oxidação do metano, muitos pesquisadores têm estudado os fatores que o afetam (e.g. Kightley et al. 1995; Boeckx e Cleempert, 1996; Bogner et al. 1997; Visvanathan et al. 1999; Christophersen et al., 2000; Visscher et al. 2001). Salienta-se que na literatura muito pouco é encontrado sobre os parâmetros geotécnicos que afetam a oxidação do metano em cobertura de aterros de RSU. Os fatores mais relevantes são umidade, temperatura, porosidade e entrada de nutrientes, entre outros.

Embora a oxidação do gás metano possa dar-se na atmosfera através de reações fotoquímicas, grande parte é oxidada pelas atividades microbianas, sobretudo nos solos que constituem os materiais de cobertura. Essa atividade é exercida pelas bactérias

metanotróficas (Hanson e Hanson, 1996). Ao sair pela camada de cobertura, o metano pode se tornar fonte de carbono para as bactérias metanotróficas. Essas bactérias oxidam o metano, transformando-o em dióxido de carbono, água e biomassa.

O sistema de cobertura de aterros de RSU pode servir como um biofiltro do gás metano gerado, formando uma espécie de barreira biológica (barreira de oxidação passiva). O processo de oxidação do metano depende de diferentes fatores físico-químicos como teor de umidade do solo (Boeckx e Cleempert, 1996; Visvanathan et al. 1999; Christophersen et al., 2000), as características geotécnicas do solo de cobertura (Visscher et al. 2001; Kightley et al. 1995), e da concentração de nutrientes e inibidores (Kightley et al. 1995; Bogner et al. 1997; Visvanathan et al. 1999).

A definição de fatores bióticos e abióticos que influenciam a oxidação do metano em cobertura final dos aterros de RSU é importante para se compreender o processo. Os fatores bióticos estão relacionados com os conjuntos de organismos vivos, que são as comunidades bióticas. As condições físico-químicas do ambiente que influenciam sobremaneira o fluxo de energia na comunidade biótica são chamadas fatores abióticos. A interação entre os fatores bióticos e abióticos é que mantém o equilíbrio dinâmico, natural e essencial à manutenção da vida em geral (e.g. Atlas e Bartha,1981).

A oxidação do metano é baseada em vários fatores determinantes como: existência de microrganismos metanotróficos no meio, suprimento de metano e oxigênio, necessidade de adequado suprimento de nutrientes para facilitar a formação das colônias, além de teor de umidade e condições ambientais adequados (Humer e Lechner, 1999a).

No caso da oxidação biológica do metano, podem-se considerar os seguintes fatores abióticos:

Climáticos: que controlam a umidade, a temperatura e a pressão atmosférica (salienta-se que embora o teor de umidade afete o desenvolvimento das bactérias, é o grau de saturação que controla a passagem do gás);

Físico-químicos: que controlam o habitat das metanotróficas. Esses fatores são a densidade do solo, a estrutura, o pH e a entrada de nutrientes;

Antrópicos: captação de gás nos sistemas de drenagem.

Os fatores bióticos são as interações sintróficas de microrganismos existentes dentro do ecossistema aterro sanitário.

A influência de cada fator é difícil de ser detectada devido à forte interação entre os mesmos, conduzindo à formação de um microambiente específico. A Figura 1 apresenta um fluxograma dos fatores que afetam a oxidação do gás metano em coberturas de aterro de RSU. Neste fluxograma podem-se observar os fatores geotécnicos que serão investigados, quais sejam: estrutura do material (solo/composto), grau de saturação e sua variação sazonal, índice de vazios de compactação e sua consequência nas permeabilidades à água e ao gás e a capacidade de retenção de água do sistema.

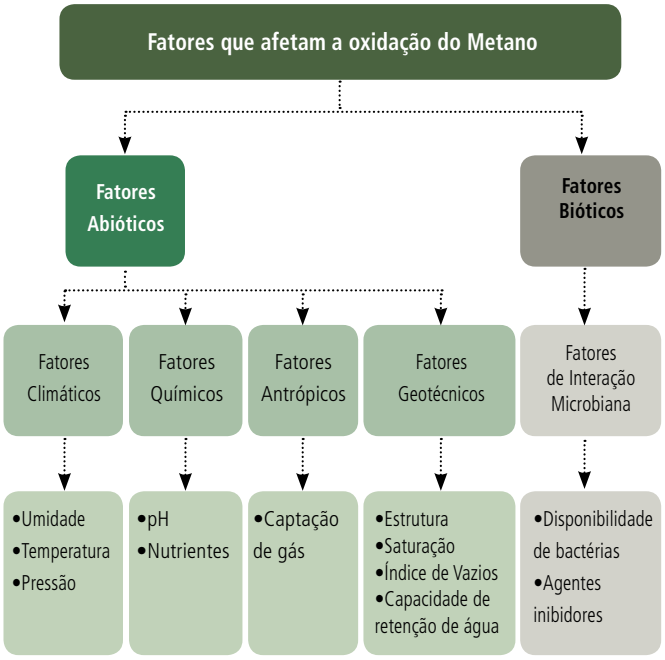


Figura 1 – Fluxograma dos fatores que afetam a oxidação do metano (modificado de Teixeira, 2008).

4.1. Aspectos Geotécnicos da Camada de Oxidação do Metano

Os resultados de diversas pesquisas (e.g. Nozhevnikova et al., 1993, Humer e Lechner, 2001, Nikiema et al.,2007) mostram que o potencial biológico natural de oxidação do metano pode ser claramente favorecido pela criação de condições ambientais propícias na camada de cobertura do aterro (sistema de oxidação de metano). Estas condições ambientais estão diretamente relacionadas com aspectos geotécnicos.

As características geotécnicas dos materiais a serem utilizados na cobertura de aterros de resíduos sólidos urbanos (RSU) são fundamentais para o seu adequado funcionamento. O estudo desse comportamento torna-se mais complexo quando se tem de envolver

os aspectos climáticos do local onde a barreira será instalada. Como a produção de metano se dá ao longo de cerca de 20 anos, os aspectos climáticos são também extremamente importantes. Qualquer solução deve ser acompanhada durante todo o processo de produção do gás metano no aterro.

Dentre as diversas funções da cobertura de aterros de RSU a capacidade de oxidar o metano é o enfoque principal do presente estudo. Um dos aspectos mais importantes do ponto de vista geotécnico para uma camada de oxidação é a condutividade ao ar. Por sua vez a condutividade ao ar depende dos seguintes parâmetros: teor de umidade, grau de saturação, densidade e capacidade de retenção.

A camada porosa irá funcionar como um habitat para o microrganismo e terá a adição de bactérias do grupo metanotróficas. A figura 2 mostra o perfil da barreira reativa de oxidação passiva.

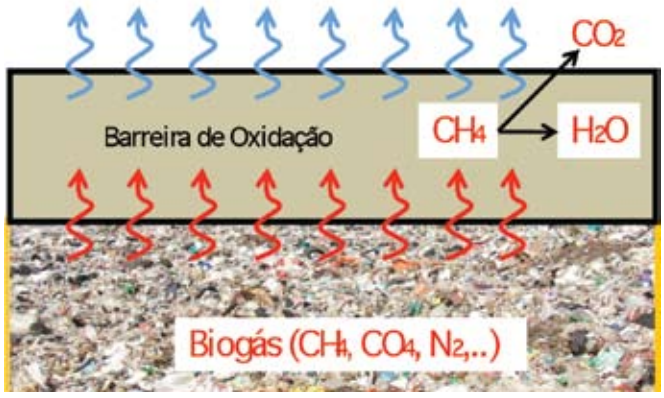


Figura 2
Perfil esquemático de uma barreira reativa de oxidação passiva

Para que a barreira seja eficiente alguns aspectos devem ser obedecidos. Tais aspectos serão estudados dentro do ponto de vista geotécnico. Dentre os aspectos a serem estudados temos: permeabilidade à água e ao gás, características de retenção de água, consolidação dos materiais. Tanto o aspecto relativo à retenção como o desenvolvimento da temperatura no solo podem ser avaliados e/ou controlados por meio de estudos geotécnicos.

Embora ainda não seja um fator definido como de vital importância para o estudo, o pH do solo pode contribuir para o comportamento da barreira. O efeito do pH segundo Segers (1998) não pareceu ser um fator discriminante da oxidação em alguns sítios estudados. Entretanto, Boeckx e Cleemput (2000) mostraram que o pH do solo tem influência substancial na oxidação do metano. Embora haja uma indicação de que o pH neutro favoreça a cultura de bactérias metanotróficas, isto não exclui que estas bactérias não possam se adaptar a outros valores de pH do solo e desenvolver, assim, sua atividade metanotrófica.

A manutenção do grau de saturação é um dos aspectos mais importantes de ser estudado para determinar a vida microbiana dentro da camada de atenuação de gás metano (barreira reativa). Desta forma, a obtenção da curva de retenção será um importante aspecto a ser analisado, pois contribuirá para determinar os parâmetros de projeto das barreiras reativas de oxidação passiva. Através da curva de retenção podemos avaliar a capacidade de retenção de água do solo. E determinar os parâmetros de entrada de ar, e sucção. Durante a vida útil da barreira o grau de saturação do material deve permanecer entre 60% a 80%. O monitoramento do teor de umidade e sucção ao

longo do biofiltro permitirá uma adequada avaliação do movimento de água dentro do sistema.

A análise das condições climáticas, associadas com as características da barreira, vai fornecer informações sobre o adequado comportamento do sistema em termos de manutenção do grau de saturação ideal. Estudos sobre o fluxo, associado à oxidação, irão permitir avaliar o efeito da vazão de metano no processo de oxidação.

Na literatura são encontradas algumas informações quantitativas que associam o tipo de material utilizado com a fração de oxidação. Na tabela 1 são apresentados alguns dados, a respectiva referência e o local de realização do experimento. A grande maioria dos experimentos é realizada em laboratório com controle absoluto dos processos, mas sem a ação climática natural. Nos experimentos realizados no meio externo ao laboratório, o clima atua, mas o sistema é alimentado por cilindros de biogás artificial. Os estudos apresentados por Abichou et al (2006) foram feitos diretamente na cobertura e utilizando a técnica do isótopo estável e câmera de fluxo estática. (ver tabela 1 abaixo)

A geometria da camada de oxidação (biofiltro) deve levar em conta a capacidade do sistema de oxidar o metano ao longo de sua espessura. Na literatura não existe um consenso sobre a forma mais eficiente de se projetar uma camada de oxidação. No entanto, aspectos como vazão de metano e oxigenação do sistema são fatores importantes para a sua eficiência.

Juntamente com a seleção de um material suporte adequado o suprimento homogêneo de gás é importante. A heterogeneidade dos aterros gera um fluxo de gás não uniforme, o que afeta a eficiência da camada de oxidação. Desta forma, quando se planeja projetar uma camada de oxidação, deve-se considerar a presença de uma camada de distribuição de gás na base da camada de oxidação, para induzir um fluxo homogêneo de biogás. Humer e Lechner (2001) apresentam uma sugestão para o perfil da camada de oxidação de metano conforme indicado na figura 3.

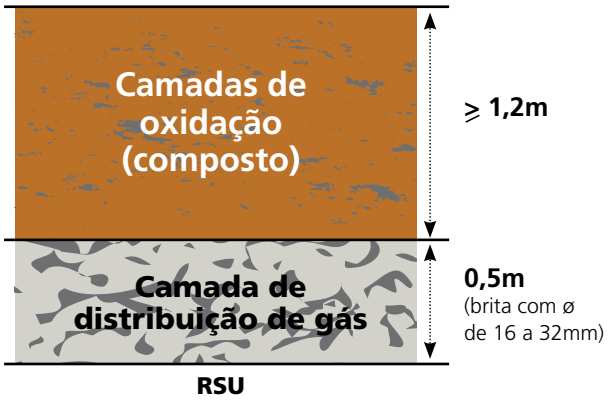


Figura 3 – Perfil da camada de oxidação recomendada (modificado de Humer e Lechner, 2007)

Ainda considerando o projeto da camada de oxidação Nozhevnikova et al. (1993) observa que deve-se evitar o uso de materiais orgânicos que possam vir a reduzir a porosidade da camada, o que pode intensificar a presença de atividades microbianas não metanotróficas, o que reduziria a oxidação do metano. Neste caso, a redução da porosidade também pode alterar o fluxo de metano.

Na literatura encontra-se comprovação de oxidação de metano em profundidades que variam de 10 a 90 cm de espessura. Sabe-se, no entanto que a espessura de oxidação depende fundamentalmente da presença do oxigênio nesta profundidade e da vazão de metano. Nozhevnikova et al. (1993) menciona que a presença do oxigênio define a profundidade da camada de oxidação. No entanto, Zeiss (2006)

Tabela 1 – Percentagem de oxidação em diversos materiais e as respectivas referências

Material	Oxidação (%)	Referência	Local do Experimento
Areia grossa	**61**	Kightley et al. (1995)	Lab. (coluna)
Solo orgânico arenoso	**47**	Hilger et al.(2000) Lab.(coluna)	Lab. (coluna)
Areia com matéria orgânica	**83**	Park et al. (2002)	Lab. (coluna)
Areia com matéria orgânica	**81**	Scheutz and Kjeldsen (2003)	Lab. (coluna)
Coposto de folhas	**95**	Wilshusen et al. (2004)	Lab. (coluna)
Composto com areia	**98**	Berger et al. (2005)	Lab. (coluna)
Areia grossa	**72**	Powelson et al. (2006)	Meio Externo (coluna)
Coposto/Pedaços de Pneus	**20**	Abichou et al. (2006)	Cobertura de Aterro
Coposto/Pedaços de Isopor	**58**	Powelson et al. (2006)	Meio Externo (coluna)

refere-se ao fato de que o processo de oxidação é razoavelmente insensível à concentração de oxigênio desde que este esteja acima de 3% (em volume). A tabela 2 ilustra alguns valores de profundidade de oxidação encontrados na literatura (ver tabela 2 abaixo).

4.2. Descrição do sistema de oxidação de CH_4 e procedimentos de campo

4.2.1. O biofiltro

Na figura 4 está apresentado, esquematicamente o biofiltro proposto, tanto em sessão transversal como em planta. O biofiltro consiste de um tubo de concreto conectado a um dos sistemas de drenagem de gás. O tubo é dividido em duas partes, uma que receberá o gás (parte inferior), distribuindo para a parte superior do tubo. Na parte inferior o tubo será preenchido com brita limpa e homogênea de forma a melhor distribuir o gás. A parte superior, a partir de agora chamada apenas de biofiltro, será preenchida com uma mistura de composto orgânico e solo (ou outro material alternativo). Esta mistura terá suas características determinadas no momento da sua colocação de acordo com a especificação a ser definida. Ao longo do biofiltro haverá três tubos de coleta de gás. Estes tubos serão instalados em posições alternadas, como indica a figura do sistema em planta. As dimensões do sistema foram adotadas em função das informações colhidas na literatura. Estas dimensões se mostraram adequadas no biofiltro montado no aterro de São Giácomo (Teixeira, 2008).

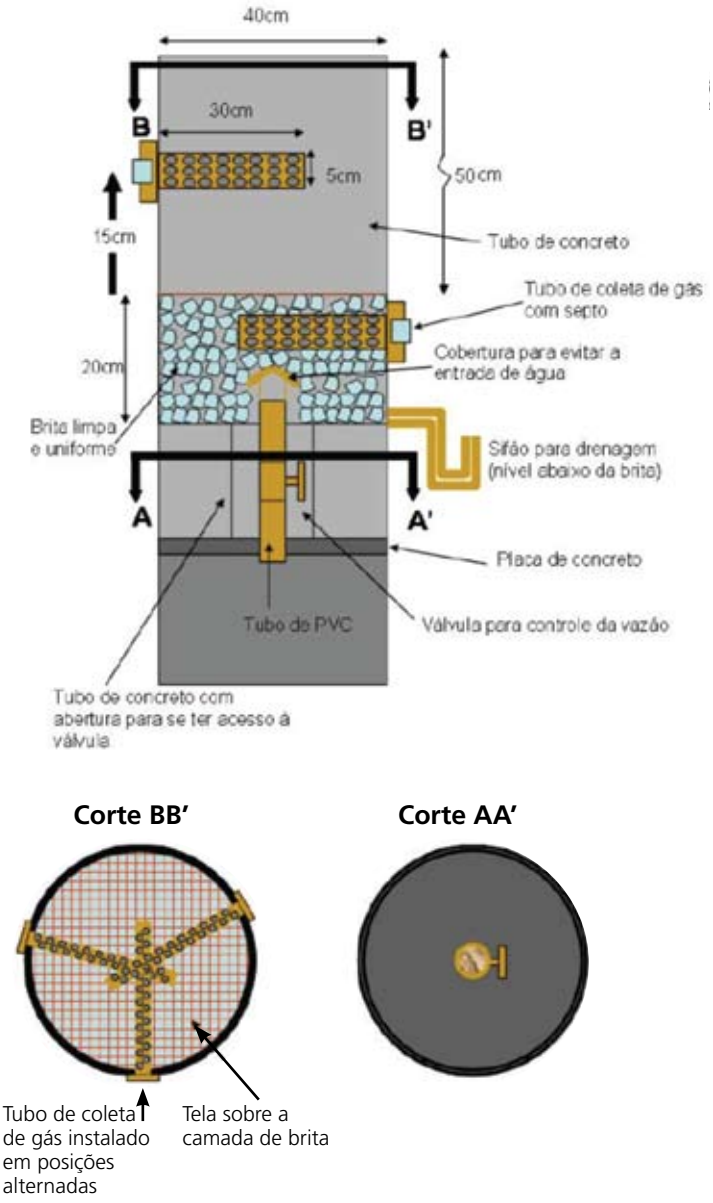


Figura 4 – Desenho esquemático do biofiltro e seus componentes

Tabela 2 – Profundidade de oxidação encontrada na literatura.

Material	Máxima zona de oxidação	Tipo de ensaio	Referências
Argila arenosa com mat. orgânica	**5-10**	Incubation	Czepielet et al. (1996)
Mistura areia/ silte/ argila	**15-20**	Column	Visvanathan et al. (1999)
Argila arenosa	**40-60**	Incubation/Field	Nozhevnikovaet et al. (1993)
Areia com matéria orgânica	**40-60**	Incubation	Borjessonand e Svensson (1997)
Argila arenosa	**3-12**	Column	Whalen et al. (1990)
Vermiculita	**15-60**	Column	Barratt et al. (1995)
Sand and clay	**20-30**	Column	Kighthey et al. (1995)
Compost	**40-90**	Field Scale	Humer e Lechner (2001)

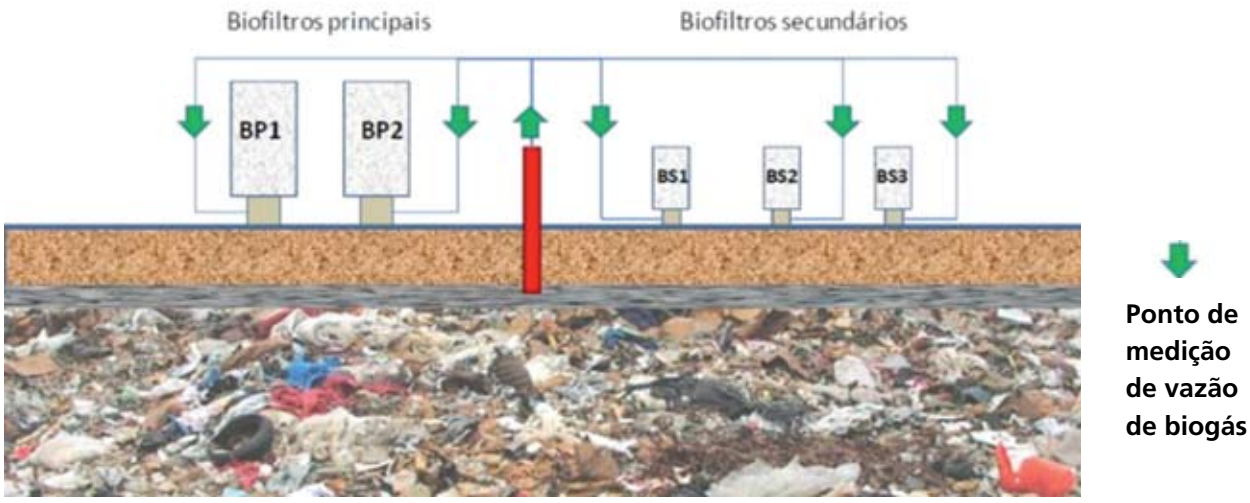


Figura 5 – Ilustração do sistema de biofiltro a ser instalado no aterro Delta 1A com os pontos de medição de vazão de biogás

No interior do reservatório de brita deve ser instalado um sifão para evitar o acúmulo de água e ao mesmo tempo a saída de gás. No trecho entre a saída do gás e o reservatório de brita será instalada uma válvula para controlar a vazão de metano.

Os tubos de amostragem do gás serão de PVC e devem ser completamente vedados nos furos laterais do tubo de concreto, para isto deve-se utilizar silicone especial. Cada tubo deve ter um septo para coleta do gás com uma seringa. Os tubos de coleta devem estar posicionados a 15 cm, 30 cm e 45 cm em relação ao topo da brita. Outro tubo de coleta deverá ser colocado no reservatório de brita para servir de referência para a concentração de CH_4. Amostras de biogás serão coletadas nas quatro posições, sendo medida a concentração volumétrica (%) de metano, dióxido de carbono e oxigênio, bem como será medida a vazão do biogás no sistema. Com estas informações será possível avaliar o consumo do metano.

Serão executados dois biofiltros principais, nos quais todo o sistema de monitoramento será instalado e três outros biofiltros auxiliares onde apenas as concentrações serão monitoradas. Estes três biofiltros auxiliares funcionarão como piloto para avaliações relativas às características geotécnicas e microbiológicas. A figura 5 ilustra a forma como estes sistemas deverão ser implantados. (Fig. 5 acima)

4.2.2. Monitoramento do biofiltro

Para caracterizar a oxidação do metano é necessário o acompanhamento das concentrações do CH_4, CO_2 e O_2. Além disto, é importante obter informações sobre as concentrações de N_2 ao longo do biofiltro. Tendo em vista que o processo está exposto às condições ambientais do local, é importante monitorar a distribuição de umidade, o perfil de sucção e as variações de temperatura no biofiltro.

A concentração dos gases será feita por meio de um analisador de gás portátil (e.g. LFG 20 – ADC). O teor de umidade será monitorado utilizando-se sensores FDR instalados em diversos pontos do biofiltro. Tensiômetros do tipo T5 da UMS serão utilizados para monitorar a sucção. Serão utilizados estes tensiômetros devido ao fato dos mesmos permitirem medições até 200kPa de sucção. A temperatura ao longo do biofiltro será medida por meio de sensores de temperatura. Também será monitorada a pressão atmosférica local.

A frequência de monitoramento da concentração e vazão de entrada do biogás em cada biofiltro será feita semanalmente. Poderá ser adotada uma frequência menor caso haja eventos que justifiquem tal alteração. Os demais parâmetros serão monitorados de hora em hora nos primeiros meses e uma avaliação dos resultados deve definir se será necessário alterar esta frequência.

5. Resultados Esperados

Pretende-se com essa pesquisa definir uma metodologia de monitoramento das emissões e da oxidação de metano nas coberturas de aterros de resíduos sólidos urbanos, avaliar a eficiência do sistema de cobertura proposto (biofiltro), estabelecer parâmetros geotécnicos e critérios de projeto para execução de barreiras de oxidação biológica do metano em coberturas de aterros de RSU e lixões.

Com os resultados da pesquisa será possível quantificar a redução da emissão de metano nos sistemas de cobertura.

6. Agradecimentos

Os autores agradecem a Prefeitura da Cidade de Campinas por meio do Departamento de Limpeza Urbana e a FAPESP (processos 2008/11459-6 e 2009/11188-5) pelo apoio ao desenvolviemnto desta pesquisa.

7. Referências

Abichou, T., Chanton, J., Powelson, D., Fleiger, J., Escoriaza, S., Yuan, L.,Stern, J., 2006. Methane flux and oxidation at two types of intermediate landfill covers. Waste Management 26, 1305–1312.

Abichou, T., Powelson, D., Chanton, J., Escoriaza, S. 2006. Characterization of methane oxidation at a solid waste landfill. Journal of Environmental Engineering, ASCE, in press.

Barlaz, M. A., Green R. B., Chanton, J. P., Goldsmith, C. D., Hater, G. R. (2004). Evaluation of a Biologically Active Cover for Mitigation of Landfill Gas Emissions. Environ. Sci. Technol., vol. 38 pp. 4891 – 4899.

Boeckx, P. e Cleemput O.V. (2000). Trace gas emissions and plants, Ed S.N. Singh,Kluwer Academic Publishers, Netherlands Cabral, A. R., Arteaga, K., Rannaud, D., Aït-Benichou, S., Pouët, M. F., Allaire, S., Jugnia, L.-B. and Greer, C. W. (2007). Analysis of methane oxidation and dynamics of methanotrophs within a passive methane oxidation barrier. 11th International Waste Management and Landfill Symposium, Sta. M. di Pula, Italy.

Costello, A. M., and M. E. Lidstrom. 1999. Molecular characterization of functional and phylogenetic genes from natural populations of methanotrophs in lake sediments. Appl. Environ. Microbiol. 65:5066–50

Fornés L., Ott C. and Jager, J. (2003) Development of a landfill cover with capillary barrier for methane oxidation – Methane oxidation in a compost layer. Proc. of the 9th International 35 Waste Management and Landfill Symposium, Sardinia, Italy. T. H. Christensen, R. Cossu, R. Stegmann 8Ed, Grafiche Ghiani, Italy, pp. 167-168.

Holmes, A. J., A. M. Costello, M. E. Lidstrom, and J. C. Murrell. 1995. Evidence that particulate methane monooxygenase and ammonia monooxygenase may be evolutionarily related. FEMS Microbiol. Lett. 132:203–208.

IPCC (2007) - Climate Change 2007 The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. (eds Edited by S. Solomon, D. Qin, M Manning, M. Marquis, K. Averyt, M. Tignor, H. Miller, Jr. and , Z. Chen), Cambridge University Press.

Jugnia, L. B., Cabral, A. R. and Greer, C. W. (2008). "Biotic methane oxidation within an instrumented experimental landfill cover." Ecological Engineering Vol 33(2): 102-109.

Kreileman, G.J.J., and Bouwman, A.F., 1994. Computing Land Use Emissions of Greenhouse Gases. Water Air and Soil Pol., Vol. 76, No. 2., pp. 231-257.

Liotti, R. G (2007) Verificação de procariontes metanotróficos em amostras ambientais através da determinação do potencial de oxidação do metano e da caracterização de culturas enriquecidas. Dissertação de Mestrado em Ciências Biológicas (Microbiologia).

Liotti, R. G ; Vazoller, R. F. ; Teixeira, P. F ; Nakayama, C. R. ; Pellizari, V. H. ; Marinho, F.A. M. (2005). Avaliação do consumo do gás metano por bactérias metanotróficas em amostras de aterro sanitário e composto vegetal . XXIII Congresso Brasileiro de Microbiologia, Santos, SP. Anais do XXIII Congresso Brasileiro de Microbiologia. v. 01. p. 276-276.

Man, J. C. (1977). MPN Tables for more than one test. European J. Appl. Microbiol., 4:307-316.

Monteiro, V.E.D. et al (2002). Biological degration analysis in Muribeca Solid Waste Landfill Associated with climate." VI Environmental Geotechnics, 4thICEG V.2, p.799-803.

Murrel, J.C., Macdonal, I.R., Bourne, D.G. (1998). Molecular Methods for the study of
methanotroph ecology. FEMS Microbiology-Ecology. Vol. 27, oct., pp. 103-114.

Segers, R (1998). Methane production and methane consumption: a review of processes underlying wetland methane fluxes. Biogeochemistry, v.41, pp.23-41.

Steven, M. D, Smith, K. L., Beardsley, M. D. and Colls, J. J. (2006). Oxygen and methane depletion in soil affected by leakage of natural gas. European Journal of Soil Science, December 2006, 57, 800–807.

Teixeira, P. F. (2008). Oxidação Biológica do Metano em Coberturas de Aterros de Resíduos Sólidos Urbanos: Dinâmica do Processo e Aspectos Geotécnicos. Tese de doutorado. Escola Politécnica da USP.

Teixeira, P. F., Liotti, Rhavena G, Torves, J. C., Finotti, A. R., Cabral, Alexandre R, Vazoller, R. F., Teixeira, C. E., Marinho, F. A. M. (2007). Processo de Oxidação do metano através das bacterias metanotróficas em cobertura de aterro sanitário In: VI Congresso Brasileiro de Solos Não Saturados, 2007, Salvador . v.1. p.541 – 549.

Torves, J. C. (2006).Estudo de Microrganismos Metanotróficos Responsáveis pela Oxidação de Metano em Coberturas de Aterros Saniários. Dissertação de mestrado, Universidade de Caxias do Sul.

O resíduo como combustível

Ronaldo Gaspar explica a diferença entre incineração e aproveitamento energético dos resíduos, onde eles são o combustível para gerar energia elétrica, e defende a busca de soluções complementares para o Brasil, com aterro sanitário e termoelétrica

INCINERAÇÃO não é simplesmente queimar o lixo. Para desmistificar esse assunto, a Revista Limpeza Pública entrevistou o engenheiro Ronaldo Gaspar, diretor de Valorização Energética de Resíduos Sólidos Urbanos da Solví. Na entrevista, ele apresenta uma possível solução, onde os resíduos podem ser usados como combustível para gerar energia, e traça um panorama de como o aproveitamento energético dos resíduos está evoluindo no País. Leia a seguir a entrevista.

Revista Limpeza Pública - Atualmente no Brasil muitos prefeitos estão convencidos de que a incineração é uma panacéia, ou seja, um remédio que resolve todas as doenças para solucionar o problema do lixo. No entanto, há um certo consenso de que o aterro sanitário é a melhor solução para o Brasil. É ou não é uma panacéia?

Ronaldo Gaspar - A primeira questão importante a desmistificar refere-se ao termo incineração. Na incineração buscamos a solução do problema de destinação dos resíduos, ou melhor, o tratamento desses resíduos anterior à sua destinação final. Eventualmente, e isso não é regra, em alguns incineradores faz-se o aproveitamento energético. Aqui não estaremos falando de incineração e sim de termovalorização energética dos resíduos.

Limpeza Pública – E incineração não é uma fogueira...

Gaspar - Com certeza incinerar resíduos não significa fazer uma fogueira. Os incineradores são perfeitos para o propósito de tratamento de resíduos. Os gases gerados durante a queima dos resíduos são devidamente tratados e ao serem lançados na atmosfera não geram qualquer tipo de prejuízo. O que não ocorre, na grande maioria dos incineradores, é o aproveitamento energético destes resíduos. Já na termovalorização energética o resíduo é utilizado como combustível, tal como ocorre em inúmeras usinas na Europa, Japão e EUA.

Limpeza Pública – Como funciona?

Gaspar - Numa caldeira efetua-se a queima do resíduo, considerando neste caso o resíduo como sendo o próprio combustível. As paredes da caldeira são formadas por diversos tubos completos com água que ao serem aquecidos pelo calor gerado na combustão geram vapor. Finalmente este vapor passa por turbinas propiciando a geração de energia elétrica. Na verdade o aproveitamento energético pode ser efetuado diretamente na forma de energia térmica, vapor. Este vapor pode ser utilizado em processos industriais ou para o aquecimento de cidades, caso comum em países de clima frio. Para isso, torna-se necessária a observação de uma condição básica de logística relacionada com a proximidade entre a unidade geradora de vapor e o consumidor.

Limpeza Pública - Seria a energia restante depois de passar na

turbina? Sem reaquecimento nenhum?

Gaspar – Isso mesmo. Entrando um pouco na questão técnica podemos dizer que existem basicamente dois tipos de turbinas. A primeira chamamos de turbina de contrapressão, na qual a energia elétrica produzida é menor, entretanto o vapor na saída tem pressão suficiente para ser fornecido a um processo industrial, por exemplo. A segunda chamamos de turbina de condensação, onde a produção de energia elétrica é maximizada, entretanto o vapor na saída já não pode ser aproveitado. O grande diferencial destes processos não está no tipo de turbina e sim na utilização do resíduo como combustível, para a geração de energia térmica, que pode ser utilizada diretamente nesta forma, transformada em energia elétrica e/ou uma combinação das duas.

Limpeza Pública - Esse sistema é o tradicional e apenas mudou, no caso, o combustível?

Gaspar - É como qualquer outra termoelétrica. Só mudou o combustível. Temos termoelétricas que utilizam como combustível: madeira, bagaço de cana, gás, carvão, entre outros.

Limpeza Pública - Madeira picotada é extremamente usada inclusive para quem faz reaproveitamento de resíduos da construção civil. É uma boa fonte de renda vender como combustível.

Gaspar – É verdade. O importante é as pessoas entenderem que não estamos falando de queima ao ar livre, de fogueira. Temos aqui no Brasil tecnologia suficiente para geração de energia através de termoelétricas, com o devido tratamento dos gases gerados. Basta ver o setor sucroalcooleiro. Evidentemente o tratamento de gases para uma termoelétrica que utiliza resíduo como combustível é diferenciado. Algumas décadas atrás este tipo de tratamento encontrava-se num estágio muito inferior ao de hoje. Os sistemas atuais atendem às normativas européias, que são mais exigentes do que as americanas, oferecendo total segurança em relação às emissões. O padrão estabelecido recentemente, no final do ano passado, pela Secretaria de Meio Ambiente de São Paulo, em muito se assemelha ao europeu.

Limpeza Pública – E as resoluções Conama?

Ronaldo Gaspar - As resoluções do Conama são para resíduos perigosos. Por incrível que pareça a norma que foi estabelecida em São Paulo é até mais exigente do que a norma para incineração de resíduos perigosos. Na verdade, ainda existe um grande mito, que vamos ter que derrubar: de que queimar vai poluir. Como dito anteriormente a tecnologia atual assegura emissões abaixo dos parâmetros estabelecidos. Vale destacar aqui que o resíduo brasileiro é diferente do encontrado na Europa e nos Estados Unidos e, portanto, será necessário que estes sistemas sejam adequados à nossa realidade. Nosso resíduo é diferente basicamente por duas características: a quantidade de orgânicos e a umidade. No Norte da Itália, por exemplo, onde há usinas modernas e com uma boa capacidade, o resíduo recebido é mais seco e com menos orgânico. Tal como é recebido se faz a queima. Coloca-se o resíduo direto na caldeira. Por ter menos orgânico, ele tem um poder calorífico suficiente para manter a combustão. Nos EUA também é mais ou menos assim que acontece. Quase a totalidade dos resíduos orgânicos americanos vai para o esgoto, pois eles utilizam-se de trituradores nas pias das cozinhas. O resíduo restante é mais seco e mais calórico. Da mesma maneira, nos EUA, com um poder calorífico suficiente para manter a combustão, o resíduo vai direto para queima. No Brasil acreditamos que será necessário um pré-beneficiamento do resíduo, tornando-o apto a ser levado para combustão.

> "Ainda existe um grande mito, que vamos ter que derrubar: de que queimar vai poluir"

Limpeza Pública - Só é necessário o combustível adicional para iniciar essa combustão?

Gaspar - Só para iniciar. Como dito, nosso resíduo é diferente e os sistemas terão que ser adequados a estas diferenças. Evidentemente a eficiência fica menor quando temos um resíduo com 50% de orgânico e 50% de umidade.

No nosso lixo *in natura* o poder calorífero gira em torno de 1.500 e 1.800 Kcal. O lixo europeu e americano, em torno de 2.500 kcal. Quando se prepara o combustível que chamamos de CDR (Combustível Derivado de Resíduo), pode-se chegar até 3.000 kcal. O combustível é até melhor do que o lixo *in natura* europeu e americano.

O primeiro ponto que devemos deixar claro é que para o nosso lixo temos que pressupor uma separação. A parte orgânica é retirada e se dá o tratamento que se achar mais conveniente. Do que sobrar retira-se metal e vidro para a reciclagem. Retirando o orgânico e essa parte reciclável, obtemos o CDR, que é o combustível da termoelétrica.

Talvez a melhor solução para essa parte orgânica seja continuar aterrando. Como a parte orgânica é responsável pela geração de biogás, poderíamos inclusive continuar realizando este tipo de aproveitamento energético.

Limpeza Pública – Pode-se fazer compostagem também.

Gaspar – A compostagem pode sim ser uma solução para a parte orgânica. Neste caso temos que constituir um mercado para esse composto, no entanto isso é perfeitamente possível. Enquanto isso não seja 100% verdade, podemos continuar aterrando esse orgânico,

extraindo o biogás e gerando energia elétrica com esse gás, conforme dito anteriormente.

Limpeza Pública – Quer dizer que nós não podemos prescindir de um aterro sanitário? Pelo menos enquanto não formos capazes de fazer compostagem desses 50% de lixo domiciliar?

Gaspar - As atividades são complementares. Temos que partir para uma solução que se complemente: aterrar ou dar outro tratamento à parte orgânica e aproveitar energeticamente o que tem poder calorífico. Essa seria uma solução interessante. Se continuarmos pensando somente em aterro, vamos ter problemas. Se pensarmos somente em combustão, também teremos. As soluções são complementares.

Limpeza Pública - No lixo brasileiro, tirando 50% da parte orgânica, cerca de 20%, da parte mineral, que tipo de produto resta para gerar essas 3.000 kcal?

Gaspar - Temos madeira, plástico fino, papel, papelão, PET. Em algumas regiões litorâneas têm coco, que tem um poder calorífico alto, entre outros.

Limpeza Pública – Quais seriam os mitos que precisam ser derrubados sobre a termovalorização energética dos resíduos?

Gaspar - O primeiro é não queimar o lixo tal como ele vem. É preciso separar. Não é concorrente com o aterro, têm que ser soluções complementares. A tecnologia disponível hoje é completamente segura em relação às emissões, não polui o meio ambiente. Sobre o custo, temos a questão da escala que deve ser equacionada. É evidente que para ter um sistema com uma termoelétrica eficiente precisa ter algumas condições físicas. Por exemplo, não se pode ter uma linha única. Uma boa prática é trabalhar com linhas paralelas, porque sempre se consegue operar num determinado volume para fazer as manutenções.

Limpeza Pública – A energia elétrica gerada é viável comercialmente?

Gaspar - Para gerar energia elétrica, esses sistemas não progrediram no Brasil, porque até num determinado momento não tínhamos autorização para gerar energia. O mercado brasileiro de energia era fechado, não se podia gerar e comprar. Esses projetos passaram a ser viáveis na medida em que surgiu um mercado que está gerando e comercializando. Mas o fato é que precisa de um volume, de uma quantidade de resíduo que dê essa possibilidade de montar um sistema que vai garantir o período integral de funcionamento. Em energia elétrica, quando se faz um contrato,

tem que entregar a energia; se parar de gerar, tem que comprar para entregar. Energia elétrica é *commodity*, como a soja.

Se um produtor vender soja e sua lavoura não prosperar, ele tem que comprar e entregar, energia elétrica é a mesma coisa. Por isso, tem que se trabalhar com o sistema o maior período possível para poder entregar a energia de forma constante e regular.

Limpeza Pública – Qual quantidade de resíduos seria necessária para um empreendimento desse tipo?

Gaspar - Estamos falando justamente de unidades para cidades que geram acima de 300 toneladas por dia, ou seja, cerca de 150 toneladas úteis (CDR). Com este número estamos conseguindo modelar unidades com uma geração de energia elétrica em torno de 4 MWh.

Para uma mesma quantidade de resíduo sólido urbano, a quantidade de energia elétrica produzida, quando se faz a valorização energética via combustão, é oito a dez vezes maior do que quando se faz a produção de energia com o gás proveniente do aterro deste resíduo. Isso sem considerar que, infelizmente, os aterros não estão alcançando os números de geração de biogás que foram estimados.

Imagine a seguinte configuração: a usina e o aterro na mesma área. É feita a separação, continua-se aterrando o orgânico, e é montada a usina, capacitada para ter mais de um combustível. Isso tecnicamente é possível. Ou seja, serão dois combustíveis, um vai ser o CDR e o outro, o gás do aterro. Essa situação é interessante. Só o biogás não seria suficiente para montar uma termoelétrica, mas é importante para complementar o CDR. Teoricamente é viável, do ponto de vista da termoelétrica é simples. Isso já existe hoje, temos termoelétricas bicombustíveis, digamos assim, por exemplo, a bagaço de cana e a gás. A cana é sazonal, só tem bagaço de oito a nove meses por ano. E os outros meses? Não é possível um contrato para oferecer a energia somente por oito meses. Por isso, essa complementação de combustível já existe.

Já para quantidades menores de resíduos, os valores de investimento tornam os projetos inviáveis do ponto de vista econômico.

Limpeza Pública - No Brasil, o que tem acontecido hoje? Em que estágio está essa tecnologia?

Gaspar - Em função destes volumes necessários, os projetos são mais atrativos em regiões metropolitanas.

A região metropolitana de Recife, por exemplo, com aproximadamente 3, 5 milhões de habitantes, tem uma unidade em processo de licenciamento ambiental.

Belo Horizonte, no ano passado, fez um chamamento público para apresentação de propostas técnicas, pressupondo o aproveitamento energético. Algumas empresas apresentaram propostas.

O projeto da região metropolitana de Curitiba prevê algumas metas de minimizar o volume que vai para aterro. As propostas que foram entregues pressupõem de alguma forma gerar um combustível para fazer a valorização energética.

No Rio de Janeiro há um núcleo na UFRJ que vem estudando o assunto muito fortemente.

No Estado de São Paulo estuda-se a possibilidade de implantação em algumas regiões metropolitanas, como Campinas, Baixada Santista, ABC, entre outras. O estudo está contratado junto a um consórcio de empresas que deverá emitir um relatório conclusivo, nos próximos meses. Esse estudo é a continuidade do "Programa Estadual de Aproveitamento Energético de Resíduos Sólidos Urbanos e Outros Rejeitos", da Secretaria de Saneamento e Energia e Secretaria do Meio Ambiente, de julho de 2008, que já tem sugestões direcionadas ao aproveitamento energético.

> "NÃO EXISTIRÁ UMA SOLUÇÃO ÚNICA PARA O RESÍDUO BRASILEIRO, MAS SIM UM *MIX* DE SOLUÇÕES, ONDE POSSAMOS APROVEITAR O MÁXIMO DE CADA UMA"

Limpeza Pública - Para pequenos municípios adotarem essa idéia os consórcios seriam boas soluções?

Gaspar - Sim, consórcios são necessários. A dificuldade a vencer será a conciliação de vários municípios, levando em consideração as diferentes prioridades e convicções políticas.

Limpeza Pública- Qual impacto teria para a reciclagem, ao deixar de reciclar para aproveitar energeticamente?

Gaspar - O nosso país tem um problema social muito grande porque tem muita gente que vive disso. Mas boa parte desse serviço de reciclagem, a retirada dos recicláveis, é feita antes do caminhão oficial coletar esse resíduo. Então essa coleta de boa parte dos recicláveis vai continuar sendo feita. Outro dado importante é que nos países da Europa onde mais se efetua termovalorização, o nível de reciclagem também se encontra entre os mais altos. A razão é obvia, pois os materiais que são queimados são aqueles que não reúnem condições para reciclagem. Uma vez mais é importante frisar que não existirá uma solução única para o resíduo brasileiro, mas sim um mix de soluções, onde possamos aproveitar o máximo de cada uma.

Tratamento a longo prazo para os

Estre Ambiental

Com técnicas e práticas que garantem proteção ao meio ambiente, os aterros sanitários continuam sendo a forma mais viável para a disposição de resíduos no Brasil

Com o atual nível de consumo e avanço tecnológico, a geração de resíduos e a sua variedade aumentam a cada dia. O que fazer com eles é um problema enfrentado por todos os municípios, dos pequenos às megalópoles, no Brasil e no mundo. Aterrá-los não é uma solução nova para a sua disposição. Desde que os seres humanos deixaram de ser nômades e começaram a viver em comunidades, foi preciso lidar com essa questão.

Os primeiros aterros de lixo no mundo ocidental remontam ao ano 500 a.C. De acordo com artigo sobre a evolução dos aterros (*Modern Landfills – A far cry from the past*) divulgado pela associação americana *National Solid Wastes Management Association (NSWMA),* em Atenas, Grécia, naquele tempo, já se estabeleceu um aterro municipal para dispor os resíduos a pelo menos uma milha, ou seja, 1,6 km, dos seus "longos muros", famosas fortificações que cercavam a cidade. Sugere-se que devia ser algo como um amontoado de detritos a céu aberto.

Aterro da Estre em Paulinia (SP)

Hoje em dia lixões assim tornaram-se inadmissíveis, embora ainda existam. Tecnologias fizeram dos aterros sanitários atuais obras refinadas de engenharia, que devem ser monitoradas 24 horas por dia, ao longo de aproximadamente meio século, se considerado o período de vida útil e pós-vida útil. Bem operados e monitorados, os aterros não causam passivos ao meio ambiente e à sociedade.

Há casos conhecidos de passivos gerados pelo gerenciamento inadequado na disposição, como o aterro industrial Mantovani, em Santo Antonio de Posse, interior de São Paulo. Ele é apontado pelo Ministério Público Federal como o pior caso de contaminação do País e pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (Cetesb) como uma das maiores áreas contaminadas no Estado. Mesmo tendo encerrado suas atividades em 1987, a região do aterro, onde se encontram 326 mil toneladas de resíduos industriais, passa por um processo de remediação até hoje.

Os danos causados ao meio ambiente e à população local são imensuráveis. E o custo para remediar uma área, despoluindo solos e águas subterrâneas, é muito alto. Por tudo isso, segundo Elio Bergemann, presidente da Estre Ambiental, o trabalho realizado em um aterro sanitário deve ser preventivo, com foco na preocupação ambiental. De acordo com ele, se não for bem operado, pode se transformar rapidamente num lixão.

Operar bem uma unidade significa seguir uma série de procedimentos consagrados que se iniciam com a escolha da área, passam por técnicas de impermeabilização, com a implantação de geossintéticos, geralmente geomembranas de polietileno de alta densidade (PEAD), e drenagem dos efluentes, das águas pluviais e gases, entre outros cuidados.

O aterro é como um prédio de lixo, o São João, na zona leste de São Paulo, por exemplo, tem cerca de 150 metros de altura, por isso a preocupação com a sua estabilidade está entre esses cuidados, inclusive levando-se em conta os recalques. A cobertura, com terra, deve ser feita num prazo máximo de oito horas após os resíduos serem despejados pelas carretas ou caminhões na frente de descarga. Cabe a um trator compactador aumentar a densidade do lixo descarregado, ampliando a capacidade volumétrica e, consequentemente, a vida útil do empreendimento.

Bergemann destaca que a cada três meses a água subterrânea é captada para análise pelo órgão ambiental fiscalizador. Seguindo à risca todos os controles necessários, fica a segurança de que os resíduos estão sendo bem tratados, afinal, o aterro acaba funcionando como um método de tratamento de resíduos a longo prazo. Além disso, segundo Bergemann, uma unidade precisa oferecer ao gerador a tranquilidade de que não haverá problema algum causado pela disposição dos resíduos ao longo dos anos.

L Galdeano

Luzia Galdeano

M Delorenzo

Aterro São João

Desconhecimento

Apesar do avanço das técnicas empregadas nos aterros sanitários, ainda predomina no imaginário popular a ideia de que eles são como lixões, associando o local ao mau cheiro e à presença de urubus e outros animais que vivem do lixo. Por esse motivo, entre a população há uma forte rejeição à implantação de aterros sanitários próximos aos seus bairros. Tal oposição recebeu até um nome por urbanistas: síndrome Nimby, que vem da expressão em inglês *"Not In My Back Yard"*, em tradução livre "não em meu quintal". Essa situação acontece também com outros empreendimentos, como aeroportos.

Hoje em dia a população do entorno dos aterros sanitários pode se beneficiar com os recursos da venda dos créditos de carbono. Foi o que aconteceu em Perus (SP), onde está localizado o aterro Bandeirantes. Somente no segundo leilão, realizado em setembro de 2008, foram arrecadados 13,689 milhões de euros. Metade dos recursos obtidos são da prefeitura de São Paulo, que deve utilizá-los em benefício da região.

Para Luzia Galdeano, gerente operacional da Essencis Soluções Ambientais, ainda é preciso desmistificar esse assunto. "O que acontece hoje é que existem muito mais aterros sanitários do que algum tempo atrás, quando predominavam os lixões de fato. E essa cultura ainda não mudou, as pessoas continuam acreditando que aterro sanitário é um lixão", explica.

Empresas que operam e monitoram os aterros sanitários estão investindo em educação ambiental. O Instituto Estre, por exemplo, já recebeu 18 mil alunos de 3 anos até universitários, de Campinas e região, no Centro de Educação Ambiental, no aterro de Paulínia (SP). As visitas guiadas mostram como funciona o aterro, que recebe cerca de 5 mil toneladas de resíduos diariamente. A iniciativa contribui para disseminar um novo conceito do aterro sanitário, além de conscientizar os estudantes sobre o desafio ambiental que a

Aterro da Estre em Paulinia (SP)

Elio Bergemann

sociedade enfrenta.

No entanto, essa "má fama" não é por acaso. O Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, produzido pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (Abrelpe) revela que em 2008, pela primeira vez, mais da metade dos resíduos sólidos urbanos coletados, 54,9%, foram destinados a aterros sanitários. O restante foi para aterros controlados (19,6%) e lixões (25,5%). Como o próprio panorama alerta "do ponto de vista ambiental e de saúde pública os aterros controlados não se diferenciam de lixões, pois não possuem o conjunto de sistemas necessários de proteção à saúde e ao meio ambiente".

Em relação aos resíduos de serviços de saúde, a situação também é preocupante. Em cerca de 4.100 municípios brasileiros que prestam, total ou parcialmente, serviços de coleta de RSS, 20% ignoram seu destino, 23% dizem que vão para lixões, 4%, para a descaracterização térmica e 53%, para aterros sanitários ou valas sépticas.

Para solucionar esse problema, Clóvis Benvenuto, diretor da Geotech, afirma que é necessário haver gestão e gerenciamento adequado dos resíduos, só assim o País avançará no tema. "Hoje a responsabilidade é das municipalidades, que, de certa forma, principalmente as de pequeno porte, não têm capacidade financeira e técnica para executar uma disposição adequada", sustenta.

FORTLINER é um material destinado a obras de proteção ambiental que possui como principal função o controle de fluxo de contaminantes, permitindo a substituição ou redução das camadas de argila compactada. Dentre as suas principais vantagens, pode-se listar a garantia de impermeabilização nos taludes, aumento do volume útil de armazenamento de resíduos, eliminação de impactos ambientais decorrente da exploração de jazidas de argila, velocidade na instalação e redução do custo de implantação.

FORTLINER
Geocomposto Bentonítico GCL

Base de aterros sanitários e industriais

Poteção de áreas contaminadas

Cobertura final de aterros sanitários e industriais

Revestimento de reservatórios, lagoas e canais

OBER GEOSSINTÉTICOS
Soluções para Engenharia

Engenharia tratada com respeito

Vendas +55 (19) 3466-9222
www.obergeo.com.br

Retrocesso

Uma boa alternativa para os pequenos municípios é se associar a cidades próximas e firmar um consórcio para a disposição conjunta. Isso porque os profissionais e pesquisadores do setor de resíduos são unânimes em afirmar que quanto maior o aterro sanitário, menor o custo de disposição. De acordo com Bergemann, um aterro pequeno exige quase o mesmo investimento de um grande, por isso não há economia de escala para garantir a viabilidade financeira do empreendimento planejado para receber pouca quantidade de resíduos.

Apesar desse consenso, está em discussão um projeto de norma para aterros de pequeno porte que flexibiliza as exigências técnicas para a construção de aterros até 20 t/dia. O projeto, cujo número é 02:144.38-001, foi colocado em consulta nacional pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e a ABLP se posicionou contrariamente. No final do ano passado, a ABLP realizou um Workshop em sua sede para debater o tema, e a partir do evento e dos debates que o antecederam foi produzido um documento com a análise do texto da norma e as consequências que poderá provocar caso não seja modificada. (Veja análise crítica, na íntegra, na página 38).

"Aterro é um serviço de saneamento"
Clóvis Benvenuto

"Não existe condição de simplificação para se fazer proteção ambiental, ou se protege ou não protege, não existe meio termo", resume Benvenuto. Por outro lado, ele considera que "a ideia de que essa norma técnica irá resolver o problema dos lixões é um sofisma". A existência de uma norma pode até ajudar, mas ele volta a afirmar: o que resolve mesmo é gestão, que deve ser feita diariamente. "Além de uma peça de engenharia, o aterro sanitário é um serviço de saneamento, o que se faz todos os dias". Para Benvenuto, a alternativa para pequenas cidades é procurar uma associação de forma que a disposição do lixo seja mais barata, além de investir maciçamente em processos de minimização da geração de resíduos. Nesse ponto, ele defende incentivos reais à reciclagem por meio de políticas públicas.

Na opinião de Galdeano, se a norma lançada à consulta nacional entrar em vigor significará "dar passos para trás". "Estaríamos, de uma certa maneira, oficializando um lixão como uma solução ambientalmente adequada, o que efetivamente não é, e isso está comprovado pelo grande histórico que temos, não só no Brasil". Para ela, o fato de ainda haver lixões no País está ligado à descontinuidade na operação de aterros. "A maioria das prefeituras não dedica o recurso devido a esse tipo de uso, normalmente se faz a implantação e se esquece do principal que é a continuidade na operação", diz. De acordo com Galdeano, o ideal é que as prefeituras tenham contratos por longo prazo onde um mesmo grupo seja responsável pela implantação, operação e monitoramento. "Senão um implanta, outro opera parcialmente por um período, e depois isso acaba se perdendo ao longo do tempo e criam-se vários passivos ambientais por decorrência disso."

CIDADE MAIS SILENCIOSA, CHEIA DE ENCANTOS MIL.

Nova frota Comlurb

Renato Sorriso
Gari do Rio

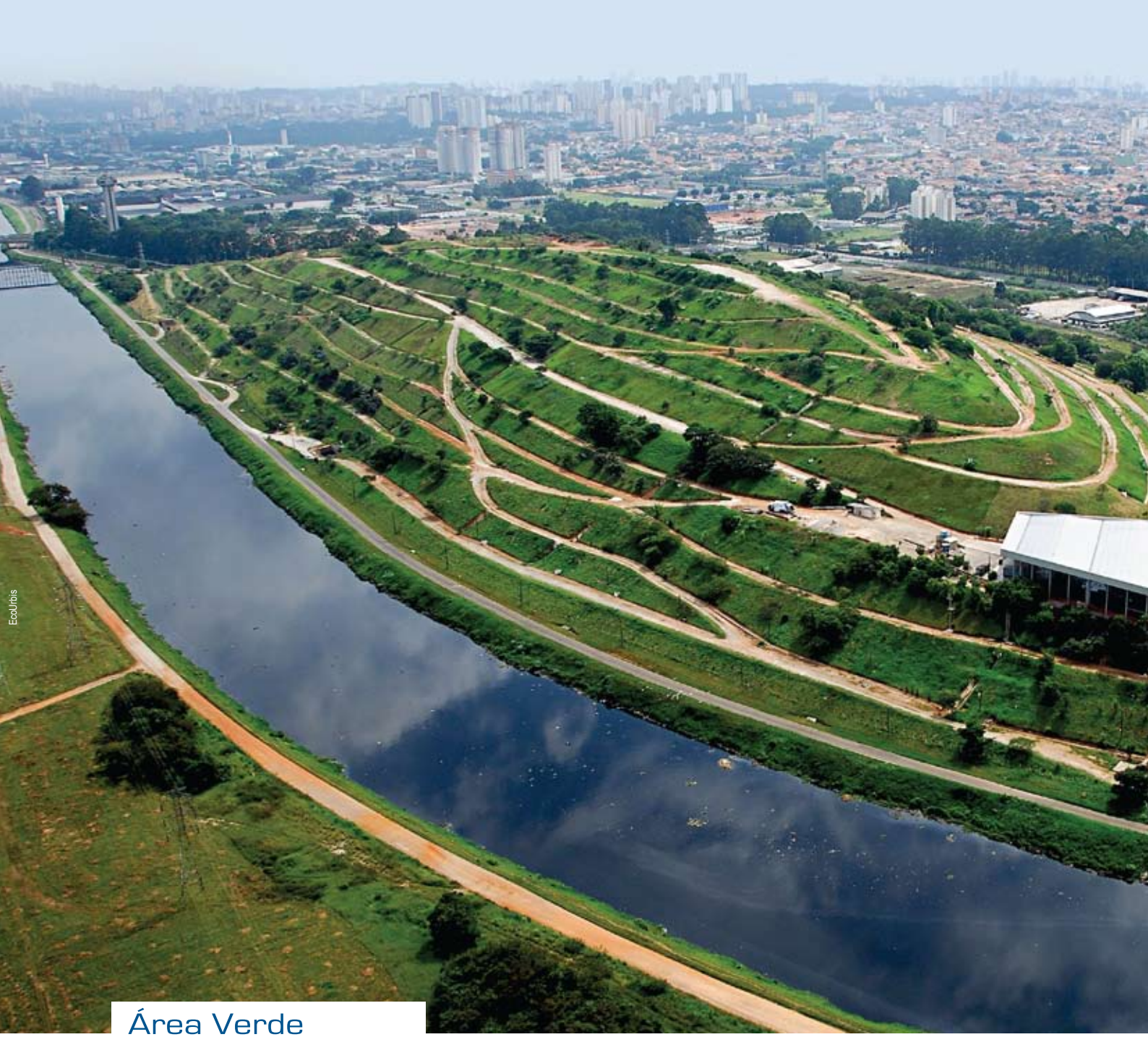
A **COMLURB** está colocando nas ruas uma nova frota com caminhões de coleta mais silenciosos e modernos, equipados com câmbio totalmente automático, acompanhando assim as principais cidades do mundo. E quem ganha com isso é a população:

- Veículos mais silenciosos, com um moderno compactador, motor eletrônico e com menos possibilidade do motorista acelerar e incomodar a população.
- Mais segurança, pois o motorista deixa de trocar 4.000 marchas por dia, mantendo as duas mãos no volante e dirigindo menos estressado.

Apoio:

Allison Transmission

Caminhões
Ônibus



EcoUrbis

Área Verde

Outro ponto de consenso entre os profissionais do setor de resíduos sólidos é que não se resolve o problema da disposição final sem aporte de recursos. Projetar os investimentos para um aterro sanitário significa além de prever todo o período em que o local receberá resíduos, o que varia de 20 a 25 anos, prever também o período de monitoramento, cerca de 20 anos. Nesse tempo, a decomposição orgânica diminui gradativamente, bem como a geração de chorume e de biogás.

Os cuidados no monitoramento da área em operação ou pós-vida útil dependem ainda do tipo de aterro planejado, se é classe 1 (perigosos), 2A (industriais não perigosos e não inertes) ou 2B (resíduos inertes). Para os perigosos, o tempo estimado de monitoramento é maior. As diferenças também começam na implantação do aterro, principalmente nos cuidados com a impermeabilização. Para o primeiro, é necessária dupla camada de geomenbrana e durante a operação os resíduos podem ser encapsulados, entre outras técnicas.

Existem algumas pesquisas, atualmente, no sentido de diminuir esse tempo de monitoramento, especialmente a geração de chorume e gás metano. Estudam-se possibilidades de biorreatores acelerarem o processo de decomposição dos resíduos. O metano é 21 vezes mais poluente que o dióxido de carbono, por isso não deve ser disperso na atmosfera. Quase a totalidade dos aterros sanitários queima o biogás, composto por cerca de 60% de metano, o que rende créditos de carbono ao empreendimento.

Mas uma área que é escolhida para ser um aterro sanitário terá um futuro reservado, ela poderá ser uma área verde, reflorestada ou um parque. Voltará a ter vida. De acordo com Leonardo Tavares, superintendente da EcoUrbis, "garantindo a impermeabilização,

Aterro Santo Amaro desativado em 1995

ou seja, toda a proteção aos recursos naturais, o local gera gás que pode ser aproveitado como energia elétrica, o chorume é tratado, e depois essa área pode ser 'revegetada', inclusive, muitas vezes, com uma diversidade maior do que anteriormente".

É o caso de dois dos aterros desativados que são monitorados pela empresa desde 2004, quando a EcoUrbis assumiu a concessão pelos serviços. O aterro Santo Amaro encerrou sua operação em 1995, já o Aterro São Mateus, dez anos antes. Neste foram plantadas mais de 35 mil árvores e no Santo Amaro, 24 mil. Segundo Tavares, somente quando a geração do metano chega a um certo nível, é possível o desenvolvimento florestal. "Após a desativação, é preciso aguardar um período. No começo ainda tem uma grande quantidade de metano e isso é prejudicial para a árvore, devido à sua estrutura radicular. Passados de três a cinco anos já se consegue plantar nesses aterros desativados".

Em 2001, foi realizado um estudo no aterro Santo Amaro com aproximadamente duas mil mudas de árvores, com uma variedade de 50 espécies para verificar quais tipos de árvores melhor se adaptavam em aterros sanitários. De acordo com Tavares, aproximadamente metade das mudas se desenvolveu. Como a área do aterro está na região da Mata Atlântica, as mudas escolhidas pertenciam a esse bioma.

No Brasil ainda não há nenhum aterro sanitário desativado, que tenha sido bem operado e completado todo o período de monitoramento. Mas há algumas experiências de outros países que podem servir de exemplos. A NSWMA relaciona

antigas áreas de aterros dos Estados Unidos que hoje em dia funcionam com outros usos, por exemplo, o aeroporto Palomar, na California, o parque *Mayor Thomas W. Danehy Park*, em Massachusetts, e o estádio de futebol americano *Mile High*, em Colorado, entre outros.

Naquele país, na década de 1970, operavam cerca de 20 mil aterros, mas depois que uma série de regulamentações foi imposta pela Agência de Proteção Ambiental *(Environmental Protection Agency – EPA)* muitos foram fechados. Hoje estão em atividade 1.654 aterros sanitários e das 254 milhões de toneladas de resíduos sólidos municipais gerados em 2007, 137 milhões de toneladas, ou seja, 54% foram aterradas. Mesmo em países considerados desenvolvidos, como os EUA, os aterros sanitários continuam sendo a opção mais usada.

Leonardo Tavares

vinimanta®
sansuy
Geomembrana de PVC
SPPAMÉRICA
- Otimização da captação do gás metano.
- Controle de entrada de águas pluviais e redução de chorume.
- Flexibilidade para acompanhar o relevo do aterro e seus recalques.
- Fornecida em grandes painéis soldados em fábrica.
- Rápida instalação com redução do custo de mão de obra.

Solvi Participações / Salvador – Bahia

Aterro Sanitário Essencis – Betim / MG

- Manta de sacrifício em PVC para cobertura de resíduos na frente de operação.
- Leve, maleável e fácil de soldar.

sansuy®
Tel.: 11-2139 2600
www.sansuy.com.br

Melhor solução

Para o Brasil, o aterro sanitário é apontado como a melhor maneira de disposição, principalmente devido à realidade socioeconômica. "Sem dúvida nenhuma, ainda é a melhor solução para o resíduo brasileiro. Hoje se fala muito em processos térmicos, mas isso significa, mesmo com o benefício da geração de energia, um custo pelo menos dez vezes maior do que se paga num aterro", explica Galdeano.

Para pensar em soluções térmicas para os resíduos sólidos domiciliares, o Brasil precisa resolver outros problemas. "Primeiro precisamos acabar com lixões e passar para aterros e, quando tivermos essa situação regularizada, poderemos pensar em estratégias mais custosas, que eventualmente sejam, em termos ambientais, mais adequadas. O Brasil não comporta esse tipo de custo na realidade atual", argumenta.

Bergemann, da Estre, concorda que para o Brasil atual, o aterro sanitário é a solução mais viável economicamente, já que é mais barato e seguro, desde que sejam utilizadas as técnicas modernas. Tavares, da EcoUrbis, também defende que se trata da tecnologia que se ajusta ao padrão de custo do País.

Na realidade, o Brasil, com suas dimensões continentais, apresenta uma realidade que chega a ser paradoxal. De um lado, dispõe de tecnologias altamente avançadas, com aterros captando biogás, gerando energia elétrica, com incineradores para resíduos industriais perigosos e de serviços de saúde, que não poluem graças a sistemas de filtros eficientes, tratamento de desativação eletrotérmica e microondas para os RSS, que evita riscos de contaminações. Por outro lado, ainda tem que resolver problemas de saneamento básico e dos lixões, sem falar em enchentes, saúde e educação.

Paralelamente, em diversos pontos do planeta, nos EUA, na Europa, na Nova Zelândia, busca-se um novo conceito: "lixo zero". Na prática, o objetivo é reduzir cada vez mais a quantidade de resíduos destinada para aterros, incineradores, ou qualquer forma de destinação. "O aterro sanitário na verdade é um conceito que está evoluindo para uma recepção de resíduos não mais '*in natura*', se é que podemos chamá-los assim, mas para resíduos já modificados por processos de tratamento intermediário. É um conceito novo, mais atual, que é o de receptor de rejeitos, seja de processos de reciclagem, de aproveitamento, modificação do próprio resíduo, etc", explica Benvenuto.

Nesse sentido, a busca pelos três famosos Rs (reduzir, reutilizar e reciclar) será sempre o caminho a seguir quando se fala em lixo. Isso vale para as indústrias e para a sociedade em geral. Há cidades que vêm estabelecendo metas bem ambiciosas seguindo a estratégia "lixo zero". São Francisco na Califórnia é uma delas. Segundo o Departamento de Meio Ambiente da cidade, a meta, adotada em 2003, prevê que em 2020 será alcançado "o lixo zero", quando os resíduos não irão mais para aterros. Para que isso ocorra, a estratégia adotada é de maximizar a reciclagem e a compostagem.

No entanto, o aterro sanitário sempre será necessário. "Qualquer tecnologia sempre deixará um resíduo, até as mais avançadas como a de tocha de plasma", afirma Tavares. "Aliás, quanto mais avançada a tecnologia, e isso está relacionado ao seu custo, menor é a geração de subproduto ", conclui.

Tratamento do chorume é um desafio

Estação de Tratamento de Chorume / Gramacho-RJ

O chorume gerado nos aterros sanitários representa um grande problema a ser resolvido. Seu tratamento é um processo complexo

"Apesar de engenheiros químicos, que dominam os processos de tratamentos de efluentes industriais, dizerem ser possível tratar qualquer efluente, tenho visto muitos insucessos", diz Benvenuto. A complexidade para tratar chorume, segundo ele, está ligada à variação de composição que esse líquido percolado sofre. Além de cada região ter um tipo de chorume, em função do resíduo que é aterrado, a vazão de chorume, bem como sua concentração de poluentes, varia conforme os índices pluviométricos.

Hoje há diversos experimentos e iniciativas para tratá-lo. Galdeano informa que no aterro de Caieiras está se pensando em uma solução para o chorume, que poderá ser concluída no fim de 2011. "Uma solução isolada continua difícil como sempre foi, não é simples tratar chorume, de qualquer maneira, estamos desenvolvendo algumas estratégias de possibilidades para atingir o grau de purificação que seria necessário para o descarte, tanto no córrego próximo ao empreendimento quanto para o reuso, no caso para lavar pista, por exemplo".

Atualmente são poucos os aterros que possuem estações próprias para o tratamento de chorume. A maioria firma uma parceria com as companhias de saneamento que fazem o tratamento do chorume junto com o de esgoto, em contrapartida o aterro recebe o lodo gerado no tratamento. Para isso, é necessária uma logística de transporte. "Os

Lagoa de chorume - Aterro São João

empreendimentos vão crescendo e vai aumentando a vazão de percolado, então esse caminho está sendo repensado pela maior parte deles", afirma Galdeano.

Foi o que aconteceu no aterro de Gramacho, no Rio de Janeiro. De acordo com José Henrique Penido, assessor chefe da Diretoria Técnica e Industrial da Companhia Municipal de Limpeza Urbana do Rio de Janeiro (Comlurb), a estação de tratamento de esgoto para tratar o chorume gerado no aterro é muito distante. Por isso, apesar do alto investimento de construir uma estação de tratamento de efluentes líquidos, a solução é melhor do que arcar com o custo do transporte. Em maio de 2009, foi inaugurada a primeira fase das instalações. "É a maior estação de tratamento de chorume do Brasil, da América Latina e, talvez, do mundo", afirma Penido.

O tamanho da estação é condizente com as proporções do aterro Jardim Gramacho. Ele começou a operar em 1978 numa área de 1.300.000 m², recebendo resíduos dos municípios do Rio de Janeiro, Duque de Caxias, São João de Meriti, Queimados e Nilópolis. A média diária é de 8.800 toneladas de lixo, que geram um volume de chorume de aproximadamente 2.000 m³/dia. Por enquanto, nessa primeira fase, estão sendo tratados 960 m³/dia de chorume.

Segundo Penido, optou-se por uma técnica de tratamento convencional. São quatro etapas: tratamento preliminar do chorume bruto com equalização em lagoa, tratamento físico-químico de coagulação, clarificação e correção do pH, seguida de tratamento biológico aeróbio por lodos ativados. A última fase consiste na passagem do líquido pelo processo de nanofiltração, onde são removidas partículas na faixa de um nanômetro (milésima parte de um milímetro). O monitoramento cabe ao Instituto Estadual do Ambiente do Rio de Janeiro (Inea).

Líder de vendas
de caminhões há 7 anos.

Fabricante do caminhão
mais vendido do Brasil.

O melhor pós-venda
na opinião do cliente.

MAN Latin America. Muitas conquistas em 2009. Muito a conquistar em 2010.

Em 2009, a Volkswagen Caminhões e Ônibus, líder de vendas de caminhões no Brasil, passou a fazer parte do Grupo MAN – uma das maiores empresas do mundo no setor de transportes. Com isso, surgiu a MAN Latin America e o resultado dessa operação não poderia ter sido melhor:

- Líder absoluta de vendas de caminhões (acima de 3,5 toneladas) [1]
- Líder de vendas de caminhões pelo 7º ano consecutivo (acima de 5 toneladas) [2]
- Maior fabricante de caminhões do Brasil [3]

- Fabricante do caminhão mais vendido do país: VW Constellation 24-250 [4]
- Campeã de marcas e pilotos na Fórmula Truck
- Empresa de maior prestígio no setor de caminhões e ônibus [5]
- O melhor pós-venda na opinião do cliente [6]

Fontes: [1234] Anfavea, [5] Revista Época Negócios dez/09, [6] Pesquisa conduzida pela TNS International Research

MAN Latin America www.man-la.com

MAN

M Delorenzo

Distâncias precisam ser superadas

Se por um lado o aterro é uma solução para os resíduos, fazê-los chegar ao local onde permanecerão até o fim é outro grande desafio

Nas grandes cidades, os empreendimentos estão cada vez mais distantes dos pólos onde maiores quantidades de resíduos são geradas. Os aterros são instalados nas periferias, e encontrar uma área apta para receber o empreendimento é uma tarefa complexa. "No Brasil, apesar de haver muito espaço, não significa necessariamente que qualquer área seja adequada para a implantação de um aterro", explica Luzia Galdeano.

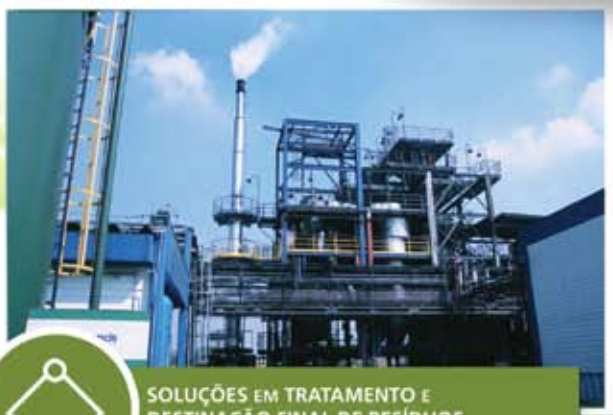
A área deve atender uma série de requisitos técnicos e ambientais e, para isso, é necessário um estudo apurado tanto na parte geomorfológica, como na socioambiental. Do ponto de vista técnico, é preciso levar em conta o tipo de solo, a distância de cursos de água, a profundidade do lençol freático, a permeabilidade do solo, a topografia, o volume do solo disponível, a capacidade volumétrica, a acessibilidade e a distância do gerador. Em relação ao meio ambiente, é necessário observar as características da flora e fauna, se são áreas de proteção permanente ou de conservação, como parques, áreas tombadas, de mananciais. É também importante considerar as ocupações do entorno e a população que lá vive.

Com os requisitos a serem preenchidos, verifica-se que encontrar uma área para construir um aterro, hoje em dia, é um desafio tão grande quanto dar conta das milhares de toneladas de lixo geradas atualmente.

E ainda, a geração deve crescer, ano a ano, conforme o crescimento econômico e o esperado desenvolvimento da nação. "Por mais que a cidade tenha uma possibilidade suprida em termos de localização de aterros, não há a longo prazo nenhuma nova política em relação a esse assunto. Temos que incentivar a reciclagem e a educação ambiental. É fundamental, e não adianta instalar cestos para a coleta de recicláveis se a reciclagem não estiver ocorrendo de fato", destaca Galdeano.

A Essencis Soluções Ambientais
apresenta seu portfólio inovador de Soluções Integradas.

SOLUÇÕES EM MANUFATURA REVERSA



SOLUÇÕES EM TRATAMENTO E DESTINAÇÃO FINAL DE RESÍDUOS

SOLUÇÕES EM ENGENHARIA E CONSULTORIA AMBIENTAL

essencis
SOLUÇÕES AMBIENTAIS

tel (11) 44 42 7300
vendassp@essencis.com.br
www.essencis.com.br

Reciclagem

No dia 27 de janeiro deste ano, reportagem do jornal *Folha de S. Paulo* afirmou que mais de um terço do lixo reciclável, 35%, das cooperativas acaba nos aterros sanitários. Apesar de a reportagem afirmar que o problema ocorre por "falta de fiscalização por parte da prefeitura" e devido à lotação dos caminhões que prejudicariam a qualidade do material, quem atua no setor sabe que não é bem assim. No final de 2008, no auge da crise econômica, o preço dos materiais recicláveis caiu drasticamente. O quilo do papel de jornais e revistas que estava em R$ 0,30 antes da crise, baixou para R$ 0,02. Portanto, não basta coletar o material, é preciso que a cadeia da reciclagem seja alimentada como um todo, que a indústria dê preferência para a matéria-prima reciclada, em vez da virgem. "A reciclagem tem que ser uma política pública, precisa de incentivos", diz Benvenuto.

Com o aumento da reciclagem, os aterros teriam uma vida útil maior e menos carretas e caminhões lotados de materiais recicláveis viajariam até eles. Atualmente, a solução para a logística de transporte nas médias e grandes cidades tem sido a instalação de estações de transbordo. "O ideal seria que houvesse diversos pontos de disposição, uma distribuição logística dentro da cidade, onde cada distrito pudesse contar com uma disposição localizada, evitando o deslocamento de resíduos, mas, enfim, isso só seria possível numa cidade planejada do zero", comenta Tavares. "Uma vez que é impossível ter vários pontos de disposição, temos que centralizar um ponto de descarga, por isso, os transbordos são essenciais", completa. Segundo ele, para cidades a partir de dois milhões de habitantes os transbordos já são recomendados.

A preocupação com o transporte do lixo até os aterros, cada vez mais distantes, faz surgir outras alternativas mundo afora. Nos EUA, o transporte dos resíduos por trem tem crescido. Há diversas empresas prestando esse

serviço. "O uso de trem para os resíduos sólidos tem definitivamente crescido", disse Bruce Parker, presidente e CEO da NSWMA à revista americana *WasteAge*, na edição de outubro de 2008. De acordo com ele, como muitos aterros foram fechados no início da década 1990, foram construídos muitos aterros regionais em grandes áreas, sendo necessário o transporte em longas distâncias, como ocorre na cidade de Nova York. "É mais eficiente, econômico, e oferece benefícios ambientais. Não há congestionamento nas rodovias, poucas emissões e o combustível é substancialmente poupado", afirmou à reportagem.

Naquele país já existia uma situação favorável para a implantação desse tipo de transporte. *Jane Witheridge*, da empresa *Transload America*, que oferece o serviço, disse à revista que muitas cidades já possuíam os trens e toda a infraestrutura. Como estavam ociosas, as cidades estavam, justamente, procurando oportunidades.

No caso do Brasil, o transporte sobre os trilhos para os resíduos parece estar fora de cogitação. Enquanto isso, outras ideias têm surgido, entre elas, por exemplo, há quem defenda a instalação de incineradores. Artigo técnico publicado na edição nº 62 da *Revista Limpeza Pública*, de 2006, assinado pelos arquitetos da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (FAU-USP), Cláudia Ruberg e Geraldo Gomes Serra, apontava como solução para a capital paulista a implantação de "seis unidades de incineração distribuídas ao longo do Rodoanel Metropolitano, próximas a algumas das principais rodovias interligadas por ele". De acordo com eles, seria a solução para a ausência de locais para a destinação dos resíduos municipais e as grandes distâncias de transporte. É uma proposta polêmica, mas faz parte do rol de alternativas discutidas atualmente.

PERFURASOLO

SOLUÇÃO PARA MONITORAMENTO GEOTÉCNICO DE ATERROS, RECUPERAÇÃO DE LIXÕES, IMPLANTAÇÃO DE PROJETOS DE CAPTAÇÃO DE BIOGÁS.

* PIÊZOMETROS SIFONADOS CÂMARAS SIMPLES, DUPLA E TRIPLA.
*PIÊZOMETROS PNEUMÁTICOS
*DRENOS VERTICAIS DE BIOGÁS.
*POÇO DE RECALQUE DE PERCOLADO (CHORUME).
*DRENOS DE ALÍVIO DE BIOGÁS.
*INCLINÔMETROS

ALGUNS ATERROS SANITÁRIOS ONDE PRESTAMOS SERVIÇOS:
BANDEIRANTES (SP), SÍTIO SÃO JOÃO (SP), CDR PEDREIRA (SP), CTR CAIEIRAS (SP), SÃO JOSÉ DOS CAMPOS (SP), JARDIM GRAMACHO (RJ), CTR NOVA IGUAÇU (RJ), ENTRE OUTROS.

PERFURASOLO EMPREITEIRA DE CONSTRUÇÃO LTDA.
EMAIL: PERFURASOLO@PERFURASOLO.COM.BR
SITE: WWW.PERFURASOLO.COM.BR
RUA: AMERICANÓPOLIS - SÃO PAULO / SP.
FONE: (11) 5588 - 1000.

EcoUrbis

Futuras instalações do Transbordo Vergueiro da EcoUrbis

Entre o gerador e o aterro sanitário

Os transbordos funcionam como um ponto intermediário entre o gerador e o destino final. A Estação Vergueiro, em São Paulo, será um exemplo de como eles podem ser valorizados

Com as longas distâncias que o lixo deve percorrer até o aterro sanitário, as estações de transbordo são estratégicas para cidades onde o destino final encontra-se a mais de 30 km. Em São Paulo, onde somente em 2008 foram geradas 3.437.607 toneladas de lixo domiciliar, há quatro transbordos em operação. Três são operados pela EcoUrbis, o Santo Amaro, o Vergueiro e o aterro São João (desativado em outubro de 2009 e atualmente funcionando como transbordo), e um, operado pela Loga, o Ponte Pequena.

"O transbordo é a melhor solução em relação ao custo, trânsito e meio ambiente", diz Walter de Freitas, superintendente operacional da EcoUrbis. "É vital para o sistema de limpeza urbana da cidade", ressalta. Nas estações, os resíduos dos caminhões coletores compactadores, com capacidade em torno de 10 toneladas, são transferidos para carretas maiores, capazes de levar 26 toneladas ao aterro. Ou seja, um equipamento consegue transportar quase três vezes mais lixo do que os caminhões utilizados na coleta, e com a economia nas viagens, menos gases são emitidos na atmosfera.

Além das vantagens incontestáveis, após as obras de modernização das concessionárias de São Paulo, os transbordos não trarão impactos negativos para a população de seu entorno, como ruído e odor. O visual também será valorizado. Totalmente coberto, os transbordos, vistos de fora, parecerão muito mais com um shopping center.

As áreas onde hoje existem os transbordos Vergueiro e Ponte Pequena serão modernizadas conforme previsto no contrato das concessões. Os locais funcionavam como incineradores, que foram fechados por questões ambientais em meados de 2000.

Transbordo Vergueiro

A EcoUrbis opera o transbordo Vergueiro desde 2004. Pelo local, uma área de 5,5 mil m^2, passam cerca de 40 mil toneladas de resíduos por mês. A operação começa na segunda-feira, às 6h da manhã, e se encerra às 6h do domingo.

Futuras espaço cultural do Transbordo Vergueiro da EcoUrbis

Os resíduos são depositados pelos compactadores diretamente nas carretas ou em um fosso, que funciona como um "pulmão do transbordo". Um polipo (espécie de gancho) retira os resíduos do fosso e despeja-os nas carretas. A estação conta com um sistema de pesagem na entrada e saída de todos os caminhões, sendo que as carretas obedecem, rigorosamente, à Lei da Balança. Duas vezes por dia, a área é lavada e todo o líquido é captado e tratado pela Companhia de Saneamento de São Paulo, a Sabesp. Ao todo são cerca de 80 funcionários, entre terceirizados e contratados pela EcoUrbis.

A operação, que já é adequada, será ainda melhor após as obras. De acordo com Freitas, após a modernização e as melhorias, o transbordo será um ponto de referência. A EcoUrbis já realizou uma audiência pública para ouvir a população do entorno e, agora, está em processo de obtenção de licenças para dar início à obra, que deve durar cerca de um ano.

Vetores, barulho e cheiro serão minimizados. O local será totalmente coberto e o seu interior funcionará com pressão do ar negativa, com sistema de tratamento do ar. No novo projeto, será construída uma rampa extra, que minimizará o trânsito do entorno, já que o caminhão não precisará mais circular fora da estação. Outro ponto positivo é que o transbordo ganhará um centro cultural, com espaço para exposição, cursos e um anfiteatro. Além disso, vale destacar que todos os benefícios serão da municipalidade, pois se trata de uma área da prefeitura operada pela concessionária. Ganha o meio ambiente e ganha a população.

Walter de Freitas da EcoUrbis

GEOTECH
GEOTECNIA AMBIENTAL
CONSULTORIA E PROJETOS

- Engenharia civil ambiental
- Projetos de aterros sanitários
- Estabilidade geotécnica de aterros sanitários
- Monitoramento geotécnico e ambiental
- Recuperação ambiental de áreas degradadas
- Estações de transbordo
- Plano Diretor de Resíduos Sólidos
- Plano de Gerenciamento Integrado de resíduos domiciliares, industriais, serviços de saúde, especiais, da construção civil e volumosos
- Projeto, licenciamento e avaliação ambiental
- Controle tecnológico de obras de terra e operação com resíduos
- Geotecnia ambiental, áreas de risco, obras civis e resíduos no meio ambiente

Tel. (11) 3742-0804
Fax. (11) 3771-4786

www.geotech.srv.br
geotech@geotech.srv.br

SXC

ABLP publica análise crítica do projeto de norma para aterros de pequeno porte

Leia, na íntegra, o posicionamento da ABLP sobre o projeto de norma colocado em consulta nacional pela ABNT e as consequências que sua aprovação poderá trazer

O Projeto de Norma 02:144.38-001 sobre aterros sanitários de pequeno porte, até 20 toneladas/dia, apresenta uma série de inconsistências técnicas que, se aprovadas, podem significar um retrocesso em relação à proteção do meio ambiente. Essa é a posição da ABLP, cujo Comitê de Tratamento e Destinação Final de Resíduos Sólidos vem acompanhando as discussões desde o início de sua elaboração na Comissão de Estudos da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

Seus representantes compareceram a todas as reuniões e, no decorrer desses estudos, manifestaram discordâncias de natureza técnica com os textos aprovados. Essas discordâncias são de tal maneira importantes que a ABLP julgou necessário apresentá-las, por escrito e detalhadamente, à própria Comissão e ao Comitê Brasileiro CB 02, da ABNT, ao qual é subordinada a Comissão de Estudos.

A ABNT, seguindo suas regras, colocou o projeto em Consulta Nacional, definindo um prazo final para a votação, prorrogado, por

Comitê de Tratamento e Destinação Final de Resíduos Domiciliares

Análise Crítica da ABLP do Projeto de Norma 02:144.38-001 "Resíduos sólidos urbanos – Aterros sanitários de pequeno porte – Diretrizes para localização, projeto, implantação e operação"

solicitação da ABLP, até 18/01/2010.

Durante o período em que o projeto de norma esteve em Consulta Nacional, a ABLP realizou um Workshop em sua sede, com transmissão em tempo real pela internet, garantindo a abrangência nacional. No evento, foi divulgada sua posição pela rejeição dessa Norma e quais os pontos que apresentam problemas.

A seguir, a ABLP publica o documento que fundamenta sua posição, o registro de um estudo profundo na defesa de uma causa: **a preservação do meio ambiente de nosso País.**

Prioridade	Local. no texto	Assunto	Posicionamento		Consequência de aprovação da Norma 02:144.38-001
			Comissão da Norma 02:144.38-001	ABLP	
1	Título	Encerramento de aterros	Concorda com a inclusão, só não se colocou na redação devido aviso da Secretaria do CB-2, que afirmou que não poderia haver mudança no título no atual momento, somente após a Consulta Nacional.	Está faltando incluir no título o termo "encerramento"	
3	Introdução	Norma para aterros de pequeno porte	"(....) As normas existentes, especialmente as NBR 8419:1992 e NBR 13896:1997, tratam, de forma abrangente, dos aterros de resíduos, enfatizando, no entanto, prescrições normativas para instalações de grande porte, bem mais onerosas e complexas do que aquelas consideradas adequadas para disposição de pequena quantidade de resíduos. A presente norma contém prescrições para a localização, projeto, implantação, operação e encerramento de sistemas de disposição final simplificados e define os condicionantes físicos locais que permitem sua adoção."	Devemos ter uma norma para aterros de pequeno porte?	Tal proceso de "flexibilização" pode começar em aterros pequenos e provocar uma proposição de expansão nos maiores
3	Item 1 Escopo	Simplificação das instalações de pequeno porte	"Esta Norma visa estabelecer as condições para a simplificação das instalações de pequeno porte para a disposição final de resíduos sólidos urbanos."	Em qualquer instalação o projeto deve ter a melhor tecnologia de proteção disponível	
2	Item 1 Escopo	Proteção dos compartimentos ambientais	"Esta norma visa também a proteção dos corpos hídricos superficiais e subterrâneos no local de implantação, bem como a proteção da saúde e do bem estar das populações vizinhas."	"Esta norma define diretrizes para a proteção dos corpos hídricos superficiais e subterrâneos, ar e solo, bem como a proteção da saúde e do bem estar das populações vizinhas."	
1	Item 2	Referências normativas		Inclusão da NBR 10.004:2004, NBR 10.005:2004, NBR 10.006:2004, além do Boletim 4 da ABGE	
2	Item 3.1	Definição de "aterro sanitário"	"Instalação para disposição de resíduos sólidos no solo, localizada, concebida, implantada e monitorada segundo princípios de engenharia e prescrições normalizadas de modo a maximizar a massa de resíduos disposta e minimizar impactos ao meio ambiente e à saúde pública."	Retirar a definição atual e colocar a da NBR 8419:1992	
1	Item 3.2	Definição de "aterro sanitário de pequeno porte"	"(…) em que, considerados os condicionantes físicos locais, a concepção do sistema possa ser simplificada, reduzindo os elementos de proteção ambiental sem prejuízo da minimização dos impactos ao meio ambiente e à saúde pública."	retirada desse fragmento	
2	Item 3.2.1	Definição de "aterro sanitário de pequeno porte em valas"	"Instalação para disposição no solo de resíduos sólidos urbanos, em escavação com profundidade limitada e largura variável,confinada em todos os lados, oportunizando operação não mecanizada."	É preciso criar um critério para medir a quantidade diária de lixo, pois pode haver crescimento populacional / sazonalidades na geração	
3	Item 3.2.1	Definição de "aterro sanitário de pequeno porte em valas	Instalação para disposição no solo de resíduos sólidos urbanos, em escavação com profundidade limitada e largura variável,confinada em todos os lados, oportunizando operação não mecanizada."	Inclusão de 5 toneladas/dia para aterros em vala como limite de disposição diária	

Prioridade	Local. no texto	Assunto	Posicionamento		Consequência de aprovação da Norma 02:144.38-001
			Comissão da Norma 02:144.38-001	ABLP	
2	Item 3.3	"Elementos de proteção ambiental do aterro sanitário de pequeno porte	"Componentes do aterro sanitário de pequeno porte destinados a reduzir os impactos ambientais decorrentes da disposição dos resíduos sólidos urbanos no solo. Incluem a camada impermeabilizante do solo, sistema de recobrimento, sistema de manejo de águas pluviais, sistema de manejo de lixiviados, sistema de manejo de emissões gasosas e paisagismo. "	Substituir o fragmento por: "Componentes do aterro sanitário de pequeno porte destinados a reduzir os impactos ambientais decorrentes da disposição dos resíduos sólidos urbanos no solo. Incluem o sistema de impermeabilização, sistema de cobertura, sistema de drenagem de águas pluviais, sistema de drenagem e tratamento de lixiviados, sistema de drenagem e tratamento de gases e paisagismo."	
1	Item 3.4	Condicionantes físicos locais	"Conjunto de aspectos que determinam os procedimentos e sistemas necessários para a minimização dos impactos e para a proteção ambiental."	Retirada do item ou mudar para "condicionantes ambientais locais": físicos, bióticos e antrópicos	
1	item 3.5	Sistema de impermeabilização	"Elemento de proteção ambiental destinado a isolar os resíduos do solo natural subjacente de maneira a minimizar a infiltração de lixiviados e de biogás. "	Retirar o termo " subjacente"	
1	Item 3.7	Sistema de tratamento de lixiviados	"Instalações e estruturas destinadas à atenuação das características do lixiviado dos aterros sanitários. "	Incluir "(…), atendendo às legislações vigentes no que tange o descarte de efluentes."	
1	Item 3.11	Sistema de cobertura operacional	"Camada de material aplicada sobre os resíduos ao final de cada jornada de trabalho, destinada a dificultar a infiltração das águas de chuva, o espalhamento de materiais leves pela ação do vento, a presença de animais, bem como a proliferação de vetores. "	substituir o termo "dificultar" por "minimizar"	
1	Item 3.13	Sistema de monitoramento de aterros sanitários	"Estruturas e procedimentos que têm por objetivo a avaliação sistemática e temporal do comportamento dos aterros, bem como sua influência no ambiente , podendo consistir em:"	substituir "estruturas" por "instrumentos"	
1	Item 3.13.1	Sistema de monitoramento de águas subter-râneas	"Estruturas e procedimentos que têm por objetivo a avaliação sistemática e temporal das alterações da qualidade das águas subterrâneas."	substituir "estururas" por "instrumentos"	
1	Item 3.13.2	Sistema de monitoramento de águas superficiais	"Procedimentos que têm por objetivo a avaliação sistemática e temporal das alterações da qualidade das águas superficiais."	incluir "instrumentos"	
1	Item 3.13.3	Sistema de monitoramento geotécnico	"Conjunto de instrumentos e procedimentos destinados a acompanhar o comportamento mecânico dos maciços, visando à avaliação das suas movimentações e condições gerais de estabilidade."	retirar o termo "conjunto de"	
2	Item 3.17	Definição de excedente hídrico	Valor resultante do balanço entre diversos parâmetros climáticos e hidrológicos locais que incorpora características típicas de diferentes tipos de solos, desconsiderando a evapotranspiração."	definição confusa e imprecisa	cálculos incorretos e adoção de premissas erradas

Priorid.	Local. no texto	Assunto	Posicionamento		Consequência de aprovação da Norma 02:144.38-001
			Comissão da Norma 02:144.38-001	ABLP	
3	Item 3.18	Definição de resíduo sólido urbano	"Resíduos que, em conformidade com o estabelecido na Resolução CONAMA no 404/2008, sejam provenientes de domicílios, serviços de limpeza urbana, pequenos estabelecimentos comerciais, industriais e de prestação de serviços, e que tenham características similares aos resíduos sólidos domiciliares."	Sugestão: colocar na íntegra a definição da resolução Conama 404/04 ou a seguinte definção "resíduos sólidos domiciliares, de resíduos de serviços de limpeza urbana, de resíduos de serviços de saúde desde que atendidas as prescrições do Conama XXX e RDC XXX, bem como industriais classe IB e, resíduos sólidos provenientes de pequenos estabelecimentos comerciais, desde que tenham características similares de resíduos sólidos domiciliares "	Pode permitir a ausência de controle na entrada do aterro e mistura com resíduos industriais, não compatíveis com este tipo de aterro
2	Item 4	Diretrizes para localização de aterros		a) incluir "encerramento" e retirar itens "b" e "c"	
2	Item 4.1.	Critérios de localizaçao do aterro		Não é um critério importante se evitar as áreas onde o aquífero subterrâneo é importante e vital para a vida? Será que o único critério deve ser a profundidade do lençol? Deve haver também um outro critério: a importancia do aquífero	Pode permitir a instalação de aterros em locais onde o aquífero é importante
1	Item 4.1.	Critérios de localizaçao do aterro		item "d", retirar "inferior a 30%"	
3	Item 5.2.1	Instruções para a impermeabilização complementar		Substituir por "Indicações para o sistema de impermeabilização"	
3	Item 5.2.1	Instruções para a impermeabilização complementar		Não é um critério importante se evitar as áreas onde o aquífero subterrâneo é importante e vital para a vida? Será que o único critério deve ser a profundidade do lençol? Deve haver também um outro critério: a importância do aquífero	Pode permitir a instalação de aterros em locais onde o aquifero é importante
3	Tabela 1	Instruções para dispensa de impermeabilização complementar	É liberal para a dispensa de executar impermeabilização de base	Manter a norma atual , que se apoia em critérios consagrados, apenas alguns casos específicos pode-se dispensar a impermeabilização de base (NBR 13896:1997)	Criação de uma Norma que permita a Poluição ambiental (aquífero e solo)
3	Tabela 1	Metodologia de cálculo adotada pela Comissão da Norma, para definir a impermeabilização de base	É simplista, sem comprovação prática e teórica. Foi "inventada" nesta Comissão, não existe estudo que avalie na prática se esta metodologia de cálculo funcionará	Recomenda a execução de Plano de pesquisa e estudos em aterros existentes para desenvolver metodologia adequada	Criação de uma Norma que permita a poluição ambiental (aquíferos e solo)
3	Tabela 1 e anexo II	Utilização do conceito de atenuação natural dos solos (depuração do percolado)	Utiliza este conceito sem comprovação técnica e sem uma metodologia de cálculo comprovada	É favorável apenas para alguns solos argilosos com baixo coeficiente de permeabilidade e nível d'água profundo (>3,0m)	Criação de uma Norma que permita a poluição ambiental (aquíferos e solo)
3	Tabela 1	Tempo de percolação do chorume até o lençol freático	A Comissão da Norma "adotou" sem critérios técnicos um tempo de percolação do chorume da base do aterro até o lençol freático de 2 anos.	É favorável ao tempo de percolação mínimo considerado na Norma atual, apenas para solos argilosos, que é de 8,6 anos.	Criação de uma Norma que permita a Poluição ambiental (lençol freático e solo)

Priorid.	Local. no texto	Assunto	Posicionamento Comissão da Norma 02:144.38-001	Posicionamento ABLP	Consequência de aprovação da Norma 02:144.38-001
3	Tabela 1	Norma define impermeabilização complementar em função da % da matéria orgânica nos residuos	A Comissão da Norma "adotou" sem critérios técnicos, uma flexibilização na exigência de EH (e portanto da impermeabilização) no caso da fraição de orgânicos no lixo for inferior a 30%	Não se pode levar em conta a % de orgânicos nessa tabela, que não existe porcentagens menores de orgânicos menores que 30% e não é controlado em campo na prática	
3	Tabela 1	Tabela define tudo?		Faltou colocar uma nota na tabela 1 que se diga que ela é de caráter orientativo, cabendo ao projetista decidir e justificar a adoção ou não deste elemento de proteção Ambiental.	
3	Tabela 1	"O projetista poderá propor mudança da faixa de enquadramento do empreendimento, alterando parâmetros de entrada na tabela (reduzindo a permeabilidade, reduzindo a fração orgânica e evitando a presença do excedente hídrico), fazendo uso de métodos construtivos, operacionais ou de gestão, atendendo diretrizes estabelecidas pelo órgão ambiental."		Como alterar os parâmetros (na verdade são "variáveis")? E caso haja necessidade de impermeabilização complementar, quais serão as variáveis?	
3	Item 5.2.3			Não se pode levar em conta a fração de orgânicos nessa tabela pois não existem frações de orgânicos menores que 30% e não é controlado em campo na prática; retirada da tabela 2 e substituir que apenas em aterros em valas é dispensada a drenagem de gases	
1	Item 6.2.1.a)	"Separação entre as bordas superiores das valas de, no mínimo, 1,0 metro, deixando espaço suficiente para a manobrabilidade dos equipamentos utilizados na operação"		Troca por "separação entre valas sucessivas e contiguas de, no mínimo, 1,0 metro, deixando espaço suficiente para a operação e movimentação dos funcionários do aterro"	
1	Item 6.2.1.c)	"Largura da vala, que poderá ser variável, em decorrência do equipamento de escavação, atentando-se para que não seja excessiva a ponto de dificultar a cobertura operacional dos resíduos"		É preciso limitar a largura da vala, senão não haverá critério e controle, o que possibilita grandes áreas não impermeabilzadas e a vala é o tipo de aterro mais simples, sem possibilitar impermeabilização de fundo e drengaem de percolado; sugestão, 5 metros	
1	Item 6.2.1.d)	"(…) que no fundo da vala sejam mantidos septos de solo natural que definam sub-áreas hidraulicamente separadas, com vida útil aproximada de 30 dias"		Há ambiguidade; procurar um termo melhor do que fundo da vala", pois na verdade deve separar em sub-áreas	
2	Item 6.2.1.e	Drenagem superficial	Drenos escavados no solo	Deve ser feito projeto de drenagem convencional, definindo metodo de calculo, e estruturas dimensionadas, com canaletas, caixas de passagens, retenção de areias, e dissipação de energia	Erosão, etc
2	Item 6.2.1.g	Sistema de drenagem de percolados em valas	Permitir infiltração e materiais alternativos	Retirar o item ou se adotado o lixiviado deverá ser coletado e tratado	
1	Item 6.2.1.i	Declividade final da vala	7%	Dar declividade de acordo com cálculo de recalques esperados, definido em função das dimensões e operação com os resíduos - tirar o frgamento "possíveis recalques"	

Priorid.	Local. no texto	Assunto	Posicionamento Comissão da Norma 02:144.38-001	Posicionamento ABLP	Consequência de aprovação da Norma 02:144.38-001
3	Item 6.2.2.c) e demais itens que tratem do assunto	"No caso de não ser aplicada impermeabilização complementar deverão ser executados o revolvimento e a recompactação, em pelo menos três camadas, de um horizonte mínimo de 0,60 m do solo local na base do aterro."		Como provavelmente não haverão ensaios para acompanhar o grau de compactação, deve-se defiinir um grau de compactação mínimo de alguma forma	
3	Item 6.2.2.c	Revolvimento e recompactação	60 cm de solo recompactado	Definir especificações mais adequadas com grau de compactação e teor de umidade	Sem especificação não tem sentido a ação
2	Item 6.2.2.e	Sistema de drenagem de percolados em trincheira		Retirar o item ou se adotado o lixiviado deverá ser coletado e tratado	
1	Item 6.2.2.h			Retirar o termo "eventual"	
1	Item 6.2.3.b			Definir altura da célula máxima de 5m	
1	Item 6.2.3.c	Drenagem superficial	Drenos escavados no solo ou ressaltos	Deve ser feito projeto de drenagem convencional, definindo método de cálculo e estruturas dimensionadas com canaletas, caixas de passagens, retenção de areias, e dissipação de energia	
3	Item 6.2.3.d	Revolvimento e recompactação	60 cm de solo recompactado	Definir especificações mais adequadas com grau de compactação e teor de umidade	Sem especificação não tem sentido a ação
2	Item 6.2.3.e	Sistema de drenagem de percolados em trincheira		Retirar o termo "infiltrar" e substituir por "drenar"	
2	Item 6.2.3.g	Aterros em encosta/área: "o espalhamento dos resíduos em camadas de aproximadamente 0,30 m e compactação dos mesmos por meios preferencialmente mecanizados"		Retirar o fragmento "dos mesmos por meios mecanizados"	
2	Item 6.2.3.i	Recalques de aterro	7%	Dar declividade de acordo como calculo de recalques esperados, definido em função das dimensões e operação com os resíduos - retirar termo "possíveis recalques"	
1	Item 6.3.2.d		Estimativa da massa específica aparente	Retirada do termo "aparente"	
3	6.3.3.3.	Caracterização geológica e geotécnica	Caracterização geológica e geotécnica	O ensaio de SPT deve ser feito na época do ano no qual o lençol subterrâneo estar com o máximo nível que atinge durante o ciclo hidrológico	
3	Item 6.3.3.4	Caracterização climatológica	Caracterização climatológica	O projetista deve montar o balanço hidrico e estimar o volume de percolados	
2	Item 6.3.3.5	Caracterização da área e da circunvizinhança		Deve-se incluir algo como a previsão de que na vida útil do aterro sanitário a expansão de áreas habitacionais previstas nos Plano Diretor do município não deve atingir os limites do aterro	
2	6.3.4		Informações sobre a(s) jazida(s) de solos a ser(em) utilizada(s)	Acrescentar ensaios geotécnicos: caracaterização e permeabilidade do solo compactado em laboratório	

Priorid.	Local. no texto	Assunto	Posicionamento		Consequência de aprovação da Norma 02:144.38-001
			Comissão da Norma 02:144.38-001	ABLP	
3	Item 6.3.5.1.2	Sistema de manejo de lixiviados	Descrição e especificações dos componentes do projeto	Tratamento de chorume deve atender às legislações pertinentes; alterar no item "c" "manejo" por "drenagem e tratamento; retirar o trecho " (...) dispostos no solo"	
2	Item 6.3.5.1.3	Sistema de manejo de gases	"Sempre que os condicionantes físicos locais e as condições de operação exigirem a implantação de um sistema de manejo de lixiviados, deve ser descrita a solução adotada, apresentando a forma de coleta dos lixiviados e definindo o nível de eficiência de tratamento pretendido e o local de lançamento do efluente tratado, se em corpos hídricos ou dispostos no solo."	Retirar o termno "manejo" e substituir por "sistema de drenagem e tratamento de gases"	
2	Item 6.3.5.1.4	Acessos	"(...) deve ser indicada a posição do portão junto ao qual eventualmente, se necessário, se construirá uma edificação de apoio, dotada das instalações necessárias à permanência prolongada do funcionário incumbido do controle."	Acessos e apoio: edificação de apoio é sempre necessária. No mínimo guarita e banheiro.	
2	Item 6.3.5.1.5	Isolamento do aterro sanitário de pequeno porte	"Deve ser descrita a solução adotada para o isolamento do aterro, por meio de barreira física, que impeça o acesso de pessoas e animais acompanhada de cerca viva arbustiva ou arbórea, ao longo do perímetro do empreendimento e de faixa de proteção sanitária e controle com aceiro para prevenção de incêndios, entre o maciço do aterro sanitário de pequeno porte e a cerca perimetral cuja largura será justificada."	Texto confuso, é preciso definir melhor as funções e posições dos elementos; colocar *nonaedificant*	
1	Item 6.3.5.1.6	Sistema de drenagem e manejo superficial		Sistema de drenagem superficial; retirar "manejo"	
1	Item 6.3.5.1.7	Sistema de cobertura	"Deve ser descrito o sistema de cobertura a ser adotado (operacional e final) de forma a evitar a proliferação de vetores, minimizar a formação de lixiviados e reduzir a exalação de odores."	Além disso, isolar os resíduos e evitar a erosão	
1	Item 6.3.5.1.8	Localização de poços de monitoramento	"Sempre que os condicionantes físicos locais exigirem a implantação de poços de monitoramento, deve ser descrita sua localização e instalação, realizada segundo as ABNT NBR 15495-1 e ABNT NBR 15495-2. Devem ser implantados no mínimo, três poços de monitoramento, no entorno da área de disposição dos resíduos, a uma distancia máxima de 15 m e distribuídos na forma mais equidistante possível."	Posicão e quantidade dos poços definidos por estudo hidrogeológico; no mínimo 4 poços (sendo um a montante e 3 a jusante)	
1	Item 6.3.6	Descrição do método construtivo do aterro sanitário de pequeno porte e do método de operação	Método construtivo e de operação	Está confuso o que se deseja definir; definir método de operação para os tipos de aterros	

Prior.	Local. no texto	Assunto	Posicionamento Comissão da Norma 02:144.38-001	Posicionamento ABLP	Consequência de aprovação da Norma 02:144.38-001
2	Item 6.3.7.2 b) e 6.3.7.4	Monitoramento das águas subterrâneas	necesidade de monitoramento/ "definição de parâmetros físicos, químicos e biológicos"	Deve haver algum tipo de monitoramento, mesmo que haja todas as estruturas de proteção ambiental (com periodicidade mínima de 3 meses) ; não se deve definir previamente em norma estes parâmetros?	
1	Item 6.3.7.4	Monitoramento das águas subterrâneas		Os procedimentos de monitoramento nunca poderão ser dispensáveis em condições de projeto...existem sempre riscos ... O que pode ser feito é a periodicidade de amostragens ser maior. Tirar os itens a, b, e c, onde se define condições para o monitoramento...	
1	Item 6.3.9	Encerramento de aterros	Descrição dos procedimentos para encerramento	Total ou parcial? Ou se encerra ou não se encerra o aterro	
3	Item 6.3.9.1	Atividades após o encerramento do aterro sanitário de pequeno porte	"Deve ser realizado o monitoramento das águas subterrâneas por um período de 10 anos após o fechamento da instalação (…)"	Substituir por "Deve ser realizado o monitoramento das águas subterrâneas por um período de 10 anos após o fechamento da instalação (…)"	
2	Item 7.1			sistema de controle e proteção ambiental	
1	Item 7.1.e	Poços de Monitoramento	"quando necessário, os poços de monitoramento"	Deve haver a presença dos poços de monitoramento sempre	
1	7.4	Disposição dos resíduos no aterro sanitário de pequeno porte	"Ao final do período diário de trabalho, os resíduos dispostos no aterro sanitário de pequeno porte devem ser recobertos com uma camada de solo conforme especificações técnicas definidas em 6.3.6" e "Tão logo o maciço ou vala em que se dispõem os resíduos atinjam, em qualquer de suas parcelas, a configuração final prevista no projeto, deve ser executada a cobertura final destinada a impermeabilizar e a proteger as superfícies que permanecerão expostas à erosão, conforme as especificações técnicas de 6.3.6."	O item 6.3.6 não define o que é preciso. Reescrever o segundo paragrafo ou rever o item 6.3.6	
1	7.5	Procedimentos de controle e monitoramento		Pode ser suprimido	
3	Anexo Informativo			Suprimir ou aproveitar na norma; NBR 10.007 trata de resíduos sólidos industriais	
1	Geral	Tratamento de percolado	Permite a completa infiltração no solo, independente do tipo de solo e profundidade do lençol freático	É favorável ao tratamento de percolado	Poluição ambiental (lençol freático e solo)
3	Anexo Informativo	Atenuação do solo	Assume-se que todos os solos tenham em maior ou menor grau tal capacidade de atenuação da capacidade poluidora dos resíduos e assim pode-se flexibilizar os elementos de proteção ambiental para o aterro ou mesmo eliminar a presença de alguns dessas estruturas de proteção	Premissa totalmente equivocada, há solos com maior, menor ou nenhuma capacidade de atenuação. Não se tem procedimentos nacionais para mensusar a capacidade de cada tipo de solo	Poluição ambiental (lençol freático e solo)
2	Item A.5.4 a)	Cobertura operacional	Resíduos de construção civil classe A	Incompatível com o tipo de aterro; NBR 15.112/2004 não citada no item 2 (Referências Normativas)	Poluição ambiental (lençol freático e solo)
1	Geral		Tem como premissa que apenas pelo fator de escala, um aterro pequeno, não causa problemas ambientais. E que a Norma atual (NBR 13.896) dificulta a aprovação de aterros de pequeno porte, pois tem muitas exigências, sendo esta Norma uma das responsáveis pela existência de lixões nos municípios brasileiros.	É favorável a uma revisão da Norma atual (NBR 13.896),que está bem fundamentada tecnicamente, e não é esta Norma responsável pela existência de ixões no Brasil.	Criação de uma Norma que permita a Poluição ambiental (lençol freático e solo)

www.facchini.com.br
Tel.: 11 2714.9800

Coletor Compactador CF 1000
Alta produção

Tecnologia HEIL
Maior fabricante mundial de coletores compactadores

HEIL

FACCHINI

ISO 9001

Por Mariana Brito Araujo*

Retenção de 11% ao INSS na prestação de serviços de tratamento e destinação final de resíduos

Mariana Brito Araujo
Advogada, especializada em Direito Administrativo, Financeiro e Político e pós-Graduada em Direito da Economia e da Empresa - Módulo em Ohio (USA): "International Strategic Business Leadership: Paths to The Future For Brazilian Managers pela Fundação Getúlio Vargas- FGV e gerente do Departamento Jurídico da Essencis Soluções Ambientais S.A.

Quando do estabelecimento da retenção de 11%, por parte do contratante tomador dos serviços em relação ao contratado prestador, teve o legislador por finalidade proteger a previdência social da astúcia de algumas empresas que se valiam das dificuldades inerentes à cobrança de tributos e terceirizavam serviços sem a cautela devida.

Contratavam-se empresas cuja remuneração evidentemente apontava para o não cumprimento das suas próprias obrigações sociais.

Assim, lucravam os prestadores contratados e os seus respectivos contratantes tomadores, posto que os prestadores não tinham, já de per si, a intenção de satisfazer os encargos sociais de seus empregados e os tomadores tinham sensível redução nos custos relativos à mão-de-obra, porém, com evidente prejuízo ao sistema previdenciário como um todo.

Ao INSS restava acionar o tomador dos serviços, com base na solidariedade estabelecida em lei, autuação esta que poderia ser objeto de impugnação e de retorno lento e, às vezes, duvidoso, aos cofres públicos.

A saída encontrada pelo legislador foi estabelecer a obrigatoriedade ao tomador, de retenção do valor equivalente àquele que seria devido na folha do pagamento do prestador, em razão dos serviços prestados, retenção esta efetuada sobre o pagamento pelos serviços prestados. O tomador, assim, torna-se obrigado direto em relação ao pagamento da contribuição social, adiantando na prática o valor devido à previdência pelo prestador dos serviços, a quem é facultado o direito de compensar o valor retido quando do pagamento de seus próprios encargos sociais.

O percentual de 11% (onze por cento) não constitui um percentual aleatório. Resulta de um longo trabalho de pesquisa e de cálculos autuariais realizado pela previdência social e tem por base fatos tipicamente considerados como de contratação de serviços mediante cessão de mão-de-obra. Ou seja, a retenção prevista só pode funcionar, dentro da lógica da lei, nos contratos onde a mão-de-obra constitui o cerne do objeto contratual.

Não é por outro motivo que a norma, seja a lei, seja a regulamentação proveniente do

INSS, insistentemente repisa a necessidade de que os serviços sejam prestados mediante cessão de mão-de-obra, procurando se caracterizar o mais detalhadamente possível o que seriam tais serviços. Só assim seria racional reter – adiantar – para depois compensar. É preciso que seja respeitado o princípio da capacidade contributiva. É indispensável poder compensar.

Contratos de prestação de serviços onde a mão-de-obra constitua elemento não tão relevante em relação a outros insumos, tais como o transporte, ativos fixos (o espaço vendido por um aterro, por exemplo), equipamentos, processo produtivos (dessorção térmica, incineração, co-processamento em fornos de cimento), etc, não se prestam à retenção pretendida, sob pena de se configurar verdadeira sanha arrecadatória por parte do órgão previdenciário, que ultrapassa a compreensível preocupação com a burla tributária.

A norma tributária – e por extensão, aquela que cuida das contribuições sociais – deve ser interpretada de forma restritiva. Se o contrato de prestação de serviços de tratamento e destinação final de resíduos não é abrangido pelo sistema normativo, não se aplicam a este as disposições relativas à retenção.

A atividade do setor ainda é pouco conhecida pelo Estado no que concerne aos seus aspectos fiscais

Alguns clientes argumentam que a retenção é devida porque os serviços se equivaleriam àqueles de limpeza prevista na instrução normativa n.971/09 do INSS. Ora, os serviços ali previstos são aqueles em que mais facilmente se enquadrariam serviços de limpeza predial, por exemplo.

Além do que, compensar como? Cada unidade de tratamento e destinação final tem o mesmo corpo de empregados, que atende indistintamente muitos clientes. Não há nem como isolar uma equipe para um cliente específico.

Esta confusão se deve em grande parte ao fato de que a atividade do setor ainda é pouco conhecida pelo Estado no que concerne aos seus aspectos fiscais, embora extensamente regulada por órgãos técnicos e ambientais. Como era enquadrar as atividades do setor o CNAE há quatro anos atrás? Simplesmente não havia subclasses de CNAE, ou estas não "encaixavam". No que se refere, porém, à retenção dos 11%, a legislação e normas regulamentares fornecem elementos mais do que suficientes para que esta não seja considerada devida.

POR CARLOS VINICIUS DOS SANTOS BENJAMIM

Aplicação de geossintéticos em aterros sanitários

Formado em Engenharia Civil pela Escola de Engenharia de São Carlos (USP) em 1999. Em 2006 concluiu o Doutorado em Geotecnia, também pela EESC/USP. Durante os anos de 2003 e 2004 trabalhou como pesquisador visitante na Universidade do Texas em Austin. Desde janeiro de 2006 é Coordenador Técnico da Ober Geossintéticos.
vbenjamim@yahoo.com

INTRODUÇÃO

Os solos são os materiais de construção mais abundantes e mais empregados pela humanidade desde os tempos mais remotos. Porém, nem sempre os materiais próximos ao local da obra apresentam características que atendem as especificações de projeto. Em vista disso, tem sido prática frequente da engenharia melhorar as suas qualidades.

A ideia de se associarem elementos de reforço, filtração, drenagem, separação e proteção às obras geotécnicas teve início há milhares de anos, como por exemplo, em pirâmides na Mesopotâmia, na Muralha da China e estradas construídas pelos Incas no Peru. Os reforços geralmente utilizados nesta época eram materiais vegetais fibrosos. Finas telas de bambu e fibras como as de coco foram frequentemente utilizadas como elemento de filtração.

Entretanto, a engenharia geotécnica não deu importância à utilização dessas técnicas devido, entre outros fatores, à pouca durabilidade dos materiais envolvidos (geralmente não podem sofrer ciclos de saturação e secagem), às dificuldades da execução, praticamente artesanal e, sobretudo, devido à ausência ou à dificuldade de avaliação dos parâmetros de comportamento e de controle de qualidade.

O desenvolvimento de materiais poliméricos, ocorrido nas últimas décadas, veio a sanar as dificuldades relativas à durabilidade dos materiais e, além disso, adicionar novas vantagens, como a inserção de elementos drenantes nos maciços reforçados como função secundária, permitindo aproveitar ao máximo as vantagens destes produtos às obras geotécnicas. Sua crescente utilização foi acompanhada pela evolução dos métodos de dimensionamento e pela normatização para definir métodos de ensaio que permitissem melhor caracterizá-los e determinar suas propriedades, tendo em vista as funções que devem desempenhar (BENJAMIM, 2006).

Os geossintéticos formam um grupo de materiais sintéticos empregados principalmente em Geotecnia. O termo deriva da combinação de "geo", referindo-se à geotecnia, e "sintéticos", relacionando-se com a matéria prima com que são feitos. Segundo a norma NBR 12553:2003, geossintéticos é a denominação genérica de produtos poliméricos (sintéticos ou naturais), industrializados, desenvolvidos para utilização em obras geotécnicas, para desempenhar uma ou mais funções, entre as quais destacam-se: reforço, filtração, drenagem, proteção, separação, impermeabilização e controle de erosão superficial.

O crescimento dos geossintéticos nos últimos anos vem despertando a atenção da engenharia. Além do aspecto técnico, o uso dos geossintéticos se justifica em vista da facilidade de aplicação, rapidez de construção e redução significativa de custos, em comparação com as soluções convencionais. Uma vez inserida a cultura dos geossintéticos em um local, dificilmente se retorna às soluções convencionais.

As vantagens com relação a estes materiais são grandes. O controle de qualidade dos materiais dentro da fábrica, principalmente para as empresas certificadas pela ISO, se destaca com relação ao controle de qualidade de campo, para os trabalhos envolvendo solo compactado e camadas drenantes com materiais granulares. Em aterros sanitários, o ganho de volume que estes materiais "bidimensionais" geram, em comparação com as camadas "tridimensionais" dos materiais convencionais, como argila compactada,

não só garantem uma economia a longo prazo para os aterros privados, como também aumentam a vida útil de utilização no caso dos aterros públicos.

Com relação à instalação destes materiais, em comparação com as soluções tradicionais, as vantagens se destacam ainda mais, como por exemplo, possibilidade de trabalho em épocas chuvosas, garantia de impermeabilização dos taludes e eliminação de exploração de jazidas. Todas estas vantagens, além de gerar uma economia na obra, acarretam em um custo e um cronograma melhor controlados.

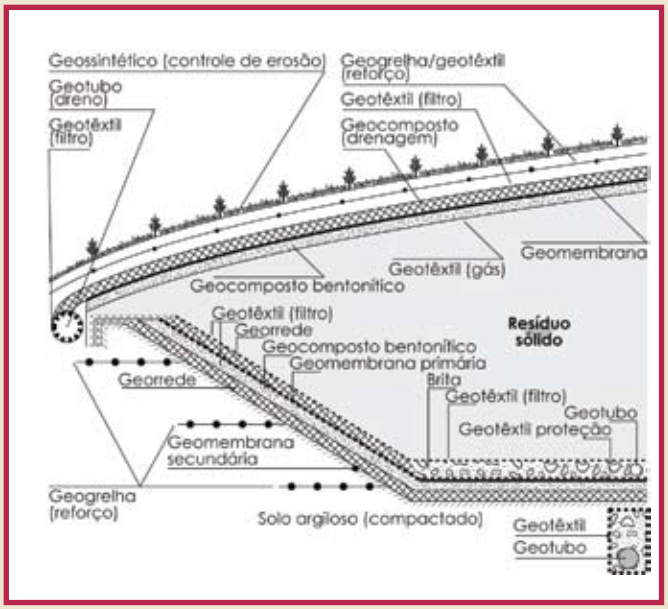
Estes materiais também possuem desvantagens em comparação com as soluções convencionais, como por exemplo, degradação quando expostos aos raios UV, possibilidade de colmatação de geotêxteis e geotubos quando mal dimensionados, possibilidade de danos mecânicos em geomembranas, etc. Contudo, devido às grandes vantagens destes materiais, muitos estudos estão em andamento em todo o mundo para suprir estas deficiências, fazendo com que hoje existam mais publicações sobre geossintéticos do que concreto.

Com isso, é difícil existir algum tipo de obra de grande porte nos dias atuais que não utilize geossintéticos. Como exemplo, pode-se listar obras como o Rodoanel, Transposição do Rio São Francisco, Metrô de São Paulo, além das obras de mineração, aterros sanitários e rodovias, em todo o território nacional, que formam o grande mercado para esses produtos. No ano de 2006, estimava-se que aproximadamente dois bilhões de metros quadrados de geossintéticos já haviam sido instalados em todo o mundo. Este número certamente cresceu consideravelmente até o ano de 2010, e o Brasil vem aumentando sua fatia nesta proporção devido ao seu crescimento econômico nos últimos anos.

Em um projeto de um aterro sanitário, diversos elementos básicos devem ser considerados, como por exemplo, drenagem de nascentes, impermeabilização da fundação, células de resíduos cobertas diariamente para a redução de vetores, drenagem de chorume e gases, e cobertura final do aterro. Em todos estes elementos, materiais convencionais, como por exemplo, argila, areia e brita, vêm sendo utilizados com bastante frequência. No entanto, o uso destes materiais está cada vez mais limitado, devido à dificuldade de exploração de novas jazidas, altas distâncias de transporte, alto custo dos materiais granulares, dificuldade de trabalho em épocas com alta pluviosidade, dentre outros.

Para cada um desses elementos listados, algum tipo de geossintético pode exercer a mesma função comparado aos materiais naturais com a mesma eficiência. Por exemplo, a drenagem de nascentes é feita utilizando geotêxteis nãotecidos como elemento filtrante, a impermeabilização da fundação pode ser feita com geomembranas e GCL´s, a cobertura diária pode ser feita utilizando geotêxteis e geocompostos, etc. A relação custo-benefício, em cada um desses casos, é no mínimo igual às soluções convencionais. Produtos no passado considerados caros, hoje possuem um custo muito competitivo no mercado, devido principalmente à instalação de muitas empresas fabricantes no Brasil.

Com relação à parte técnica, as vantagens também são grandes. Os geossintéticos fornecem novas soluções e, ao mesmo tempo, colocam um novo desafio para os engenheiros geotécnicos e ambientais. O grande entrave para uma maior utilização dos geossintéticos costumava ser a falta de conhecimento sobre o assunto e a ausência de casos de obra em território nacional. Para suprir este obstáculo, associações como ABMS, ABLP, IGS e ABINT vêm trabalhando com muito esforço, elaborando e divulgando normas, organizando cursos e congressos, publicando livros, para fornecer ao mercado todas as ferramentas para um projeto adequado e uma instalação qualificada. A figura abaixo ilustra aspectos gerais de um aterro de resíduos, com ênfase para as diferentes possibilidades de aplicação de geossintéticos.



Aplicações típicas de geossintéticos em aterros de resíduos (BUENO et al., 2004).

GEOSSINTÉTICOS

Entre os geossintéticos mais utilizados nos aterros de resíduos estão os geotêxteis, as geomembranas, os geocompostos argilosos (GCL), os geocompostos drenantes, as geocélulas, as geogrelhas e as geoformas, dentre uma família com mais de dez produtos. A seguir, serão apresentadas as características principais de cada produto e a sua aplicação nos Aterros Sanitários.

Detalhe de um aterro classe I, com camada dupla de geomembrana, GCL e geocomposto drenante.

GEOTÊXTEIS

Em aterros sanitários, os geotêxteis são largamente utilizados para desempenhar funções importantes como: separação de materiais com diferentes granulometrias, proteção de geomembranas, filtração de chorume, drenagem de percolados, controle de erosão superficial, reforço de solo, etc. Os tipos de geotêxteis mais utilizados no Brasil são os nãotecidos agulhados e os tecidos.

O geotêxtil nãotecido agulhado é um produto composto por fibras sintéticas distribuídas aleatoriamente, consolidadas por processo de agulhagem. Os polímeros mais comumente empregados na sua fabricação são o Poliéster (PES) e o Polipropileno (PP). O poliéster é mais indicado para aplicações em que o material estará submetido a tensões constantes por um longo período. O polipropileno, por ser mais resistente aos ataques químicos e biológicos, é mais indicado para aplicações em meios agressivos, como no caso de aterros de resíduos quando o material tem contato direto com o chorume.

O geotêxtil tecido é um produto composto pelo entrelaçamento de laminetes, segundo direções preferenciais (trama e urdume). O polímero mais comumente empregado na sua fabricação é o Polipropileno (PP).

A utilização de geotêxteis como elementos filtrantes possui grandes vantagens, desde que sejam verificados fatores importantes para a sua correta especificação. Para a drenagem do percolado, indica-se a utilização de geotêxteis tecidos devido à sua estrutura formada por laminetes, que evita o alojamento de culturas de bactérias evitando a sua colmatação. Para os demais sistemas de drenagem, a utilização dos geotêxteis nãotecidos é altamente recomendada, podendo substituir com inúmeras vantagens os tradicionais filtros de transição granulométrica (FONSECA & PIMENTEL, 2008).

Sistema drenante com geotêxtil nãotecido.

A adequada proteção de geomembranas em sistemas impermeabilizantes de aterros sanitários é fator primordial para a garantia de sua integridade, durante a execução e vida útil de um aterro de resíduos. Os geotêxteis nãotecidos, por possuir uma estrutura com elevada resistência ao puncionamento, apresenta características ideais para o desempenho desta função.

Os geotêxteis atuam como uma camada redutora de tensões, que minimiza o risco de ocorrência de danos às geomembranas quando em contato com superfícies irregulares. O geotêxtil nãotecido pode ainda proporcionar um aumento do coeficiente de atrito na interface resíduo/geomembrana, melhorando as condições de estabilidade do conjunto.

No Brasil ainda não existe uma recomendação sobre qual o tipo de geotêxtil adequado para proteção das geomembranas, pois por mais espessa que seja a geomembrana, se esta não for bem protegida, certamente sofrerá danos. Muitas vezes são utilizados geotêxteis de baixas gramaturas, que não protegem adequadamente as geomembranas, que é o material nobre para a impermeabilização. Em alguns países da Europa, como por exemplo a Alemanha, são utilizados geotêxteis com mais de 2000 g/m^2 de gramatura. Contudo, pesquisas recentes no Brasil conduzem ao uso de geotêxteis de elevada gramatura para garantir a completa integridade das geomembranas, com gramaturas variando entre 600 e 1200 g/m^2, dependendo das características em que o material será solicitado (REBELO, 2009).

Proteção de geomembrana com geotêxtil nãotecido.

GEOMEMBRANAS

As geomembranas são produtos bidimensionais, de baixíssima permeabilidade (k~10^{-12} cm/s), utilizadas principalmente para controle de fluxo. No Brasil, duas geomembranas termoplásticas, o PVC (Policloreto de Vinila) e PEAD (Polietileno de Alta-Densidade), são largamente utilizadas para impermeabilização em obras de Aterros Sanitários. As geomembranas de PEAD são mais utilizadas como impermeabilização de base, pois apresenta uma melhor resistência a ataques químicos. O PVC, por sua vez, é mais aplicado em coberturas finais de aterros, por possuir excelentes qualidades mecânicas como elasticidade, flexibilidade e facilidade de instalação.

Instalação de geomembranas de PEAD para impermeabilização de base.

Para sistemas de cobertura, a geomembrana de PVC pode vir acoplada de fábrica com um geotêxtil nãotecido, onde a manta de PVC garante a impermeabilização do solo e o geotêxtil confere a proteção mecânica necessária ao conjunto. A grande vantagem do geocomposto reside no fato da geomembrana ser apenas um elemento impermeabilizante e não estrutural. Muitas vezes, os projetistas especificam geomembranas espessas para garantir a sua resistência durante o processo de manuseio e instalação, como também aos esforços solicitantes durante a vida útil do Aterro Sanitário. No caso do geocomposto, a resistência mecânica é conferida pelo geotêxtil e não pela geomembrana.

Cobertura de aterro com geomembrana de PVC acoplada a um geotêxtil nãotecido.

GEOCOMPOSTOS ARGILOSOS (GCL)

Os geocompostos são produtos industrializados, formados pela superposição ou associação de um ou mais geossintéticos entre si ou com outros produtos, geralmente concebido para desempenhar uma função específica. Dentre os geocompostos destacam-se principalmente os geocompostos drenantes e os geocompostos argilosos (GCL). Os geocompostos argilosos usados em barreiras impermeabilizantes, conhecidos comercialmente como GCL (geosynthetic clay liner), possuem sua estrutura formada pela associação de geossintéticos a um material argiloso de baixa condutividade, desenvolvida para a função de barreira impermeabilizante (NBR 12553:2003).

A função primordial do geocomposto bentonítico é de atuar como uma barreira impermeabilizante, dado à propriedade da bentonita ser expansiva ao entrar em contato com o percolado. O processo de expansão, no momento em que o produto se encontra confinado, gera uma diminuição do índice de vazios do meio, garantindo índices baixíssimos de permeabilidade (k~10^{-9} cm/s).

O geocomposto bentonítico consiste em uma fina camada de bentonita sódica, envolvida por dois geotêxteis agulhados ou costurados entre si. A função primordial do material é de atuar como uma barreira impermeabilizante, substituindo ou complementando a camada de argila compactada, dado à propriedade de expansão da bentonita, quando esta entra em contato com o percolado. Quando saturada, a argila expande, preenche todos os espaços vazios do seu entorno e propicia um coeficiente de permeabilidade muito baixo, em geral cerca de 100 vezes menor do que o de uma camada de argila compactada (k~10^{-7} cm/s), executada com rigoroso controle de qualidade.

Detalhe do GCL (branco), geomembrana (preto) e geotêxtil (cinza).

Dentre os benefícios decorrentes da utilização de GCL´s, pode-se listar: diminuição substancial na espessura da barreira impermeabilizante e conseqüente aumento do volume útil de armazenamento de resíduos; garantia de uniformidade da camada impermeabilizante, inclusive nos taludes; poder de auto-cicatrização que possibilita a selagem de um eventual dano pouco tempo após a sua ocorrência; possibilidade de instalação em épocas de elevado índice pluviométrico; baixo custo aliado à facilidade de instalação do produto, que se apresenta em rolos com largura e comprimento padronizados; etc.

A grande vantagem técnica, com relação às camadas convencionais de argila compactada, é que o GCL atua diretamente sob a camada de geomembrana. Com isso, em um eventual furo na geomembrana, o GCL vai trabalhar localmente com o objetivo de selar este furo. Por outro lado, em uma camada de argila convencional, a tendência será que o percolado que passa por este furo, sature a camada de argila com o contaminante, isso sem considerar as trincas quase sempre presentes nestes materiais. Por este motivo, estudos recentes mostram que a combinação GCL/geomembrana é a que apresenta menores taxas de vazamento em camadas de impermeabilização.

Impermeabilização de base com GCL.

GEOCOMPOSTOS DRENANTES

Os geocompostos drenantes são produtos desenvolvidos para drenagem, compostos geralmente de um geotêxtil atuando como elemento filtrante e de uma georrede ou um geoespaçador atuando como elemento drenante (NBR 12553:2003). A presença do núcleo drenante sintético, substituindo a brita, confere ao geocomposto drenante excelente capacidade de condução de fluídos que, aliada às características de permeabilidade e retenção de sólidos do geotêxtil, garante ao sistema um funcionamento extremamente eficaz.

A figura a seguir apresenta a instalação de um geocomposto em um aterro sanitário Classe I, instalado entre uma camada de geomembrana e uma de GCL. Como pode ser visto, a utilização de geossintéticos permite a construção de taludes mais íngremes, desde que os mesmos estejam estáveis, devido à facilidade de aplicação dos geossintéticos em comparação com os materiais convencionais (argila, areia e briga), acarretando com isso em um ganho na capacidade de armazenamento.

Detalhe da abertura de um geocomposto drenante.

GEOCÉLULAS

As geocélulas são produtos com estrutura tridimensional aberta, constituídas de células interligadas, que confinam mecanicamente os materiais nelas inseridos, com função predominante de reforço e controle de erosão (NBR 12553:2003).

Quando não expandidas apresentam pequenos volumes para estocagem, transporte e manuseio, e quando expandidas formam uma estrutura muito parecida com uma "colméia" as quais são preenchidas com materiais que, quando confinados, garantem um bom comportamento contra processos erosivos. Nos aterros de resíduos podem ser utilizadas nos taludes de cobertura e nas canaletas de águas pluviais, podendo substituir com grandes vantagens as soluções tradicionais de revestimento. Sua estrutura garante um ótimo comportamento com relação aos recalques diferenciais que geralmente ocorrem nos aterros.

Descida d´água com geocélulas em aterro sanitário.

Sistema de revestimento vegetal de taludes com geocélulas.

GEOGRELHAS

As geogrelhas são produtos com estrutura em forma de grelha, com função predominante de reforço, cujas aberturas permitem a interação do meio em que estão confinadas, constituído por elementos resistentes à tração, sendo considerado unidirecional quando apresenta elevada resistência à tração apenas em uma direção e bidirecional quando apresenta elevada resistência à tração nas duas direções principais (ortogonais). Em função do processo de fabricação, as geogrelhas podem ser extrudadas, soldadas ou tecidas (NBR 12553:2003). De forma geral, as geogrelhas são utilizadas em sistemas de coberturas finais de aterros, como também em sistemas de reforço de taludes para aumento da capacidade de armazenamento de resíduos.

Devido à falta de espaço nos grandes centros urbanos, bem como a dificuldade em licenciar novas áreas para construir aterros sanitários, há uma demanda de estudos em todo o mundo, com o objetivo de se "verticalizar" os aterros, e com isso aumentar a sua capacidade de armazenamento. Com isso, as geogrelhas, por possuírem alta resistência à tração, estão sendo inseridas com mais freqüência no ambiente dos aterros sanitários, utilizando os conceitos tradicionais de solo reforçado.

Alguns aterros reforçados já foram construídos ao redor do mundo, como por exemplo, no Líbano, Itália e Hong Kong, e os resultados têm sido muito bons. A Figura a seguir apresenta uma estrutura de 30 m de altura construída em Hong Kong, reforçada com geogrelhas e com 70^{o} de inclinação da face, bastante íngreme quando comparada com inclinações comumente observadas para os aterros nacionais de 1,0V:2,0H.

Aterro sanitário em Hong Kong, com inclinação de 70^{o}, reforçado com geogrelhas.

GEOFORMAS

Outro geossintético que vem apresentando uma crescente utilização são as geoformas. Estes materiais têm sua estrutura realizada a partir de geossintéticos, com a finalidade de conter materiais de modo permanente ou provisório. As geoformas podem trabalhar como sistemas de secagem de lodo e tratamento de chorume, bem como em qualquer outra aplicação, permitindo o seu preenchimento com solo ou brita. A figura a seguir mostra uma aplicação em um aterro, como sistema de proteção de geomembrana. Como este material é preenchido com cascalho, o mesmo também trabalha como dreno.

Aplicação das geoformas em sistema de proteção de drenagem de taludes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os geossintéticos passaram a integrar de forma definitiva o elenco dos materiais de construção mais utilizados em obras geotécnicas e ambientais. Para atender esta demanda, atualmente existem no país muitas empresas fabricantes de geossintéticos. Com o objeivo de controlar este mercado, o papel do projetista assume uma grande responsabilidade para a correta especificação destes materiais. O engenheiro de campo entra neste processo com o recebimento dos materiais e controle de execução, verificando se os produtos entregues atendem aos valores especificados em projeto, como também se os mesmos são instalados da forma adequada. Para finalizar, com o intuito de assegurar o controle de qualidade, as amostras de campo devem ser enviadas para laboratório para comprovar as suas propriedades. Para isso, o Brasil possui profissionais altamente qualificados, além de contar com um laboratório entre os mais modernos do mundo, localizado na USP de São Carlos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FONSECA, C.E.P.; PIMENTEL, V.E. (2008). Aterro Sanitário. ASFAMA – Associação Brasileira dos Fabricantes de Materiais e Equipamentos para Saneamento, Edificações, Energia e Irrigação.• BENJAMIM, C. V. S. (2006). Field monitoring behavior of geotextile-reinforced soil retaining wall prototypes. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006.• BUENO, B.S.; BENVENUTO, C; VILAR, O.M. (2004). Aplicações em Barreiras Impermeabilizantes. Manual Brasileiro de Geossintéticos, São Paulo, Ed. Edgard Blucher, 413p.• REBELO, K.M.W. (2008). Avaliação de Camadas de Proteção para Geomembranas de PVC e PEAD, Tese de Doutorado, Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP), 247 páginas. • ABNT NBR 12553:2003 – Geossintéticos – Terminologia. • KOERNER, R. (1994). Designing with geosynthetics. Englewood Cliffs, New Jersey, Prentice Hall, 4ª edição., p.760.

ABIMO
ABML
www.schioppa.com.br
dgrau
www.dgrau3.com.br
Onde você pensar, a Schioppa está!
Série Ambiental
AEROPORTUÁRIA
INDUSTRIAL
EVIDENTECH
DECORATIVOS
STILUS
FUTURA
INOX
EVOLUTION
ERGONOMIC
SCHIOPPA
RODAS E RODÍZIOS DO BRASIL
Rua Álvaro do Vale, 284
São Paulo - SP - BR
(11) 2065-5200
vendas@schioppa.com.br
Rodas e rodízios para todos os segmentos

ABNT debate sugestões ao projeto de norma para aterros de pequeno porte

A ABNT, através do Comitê Brasileiro CB-02, tendo expirado o prazo da Consulta Nacional do Projeto de Norma 02:144.38-001 – Resíduos Sólidos Urbanos – Aterros Sanitários de pequeno porte – Diretrizes para localização, projeto, implantação e operação, convida os interessados para a reunião de Análise das sugestões do Projeto, nos dias 29 e 30 de março de 2010, das 9 às 18 horas, na sede do Sinduscon/SP (Rua D. Veridiana, 55 - em São Paulo/SP).

A ABLP, através de seu Comitê de Tratamento e Destinação de Resíduos Domiciliares, estará presente e atenta, com o objetivo de introduzir na redação final do projeto todas as sugestões necessárias ao seu aperfeiçoamento como Norma Brasileira pela ABNT, corrigindo as inconsistências técnicas do texto colocado em Consulta Nacional.

Ecos SARDENHA 2010

Seminário será de 12 a 14 de abril

Em sua quarta edição, o seminário Ecos da Sardenha promove palestras e debates sobre os trabalhos apresentados no Simpósio internacional sobre Gestão, Tratamento e Destinação Final de Resíduos Sólidos na Sardenha - Itália, um dos mais importantes eventos do mundo na área de resíduos e destinação final. O evento, que conta com a organização da ABLP, será realizado no auditório da Faculdade de Saúde Pública da USP. Inscrições e informações pelo site www.ecosdasardenha.com.br.

Programe-se!

Próximos cursos da ABLP

Junho – Gerenciamento de Serviços de Limpeza Pública

Agosto
Gerenciamento de Aterros Industriais

Outubro – Aterros Sanitários Licenças/Projetos/Operação

Novos Associados

Sejam bem-vindos à ABLP!

Individuais

• **Luiz Neto Soares da Silva**
Secretaria de Habitação e Desenvolvimento Urbano do Estado
Estado: TO
Data de Filiação: 04/01/2010

• **Diolindo Manoel Peixoto de Freitas**
Pavotec - Pavimentação e Terraplanagem
Estado: MG
Data de Filiação: 04/02/2010

Coletivos

• **Planalto Indústria Mecânica Ltda.**
Ramo de Atividade: Fabricante de equipamentos para coleta e transporte de resíduos sólidos
Estado: GO
Data de Filiação: 27/01/2010

ABLP ministra curso sobre aterros do dia 27 a 29 de abril

O curso "Aterros Sanitários – Licenças/Projetos/Operação" dá uma visão prática e atual das alternativas viáveis para o tratamento e a disposição final dos resíduos sólidos urbanos e da legislação que disciplina o setor. Estuda os aterros sanitários desde o seu licenciamento ambiental até a sua implantação e operação, detalhando as diretrizes de projeto, os métodos de operação, os cuidados necessários para construí-lo com estabilidade, o monitoramento, as opções para o tratamento dos efluentes, a produção de energia elétrica a partir do gás e os custos envolvidos. Exercícios práticos ajudam o participante a fixar aspectos fundamentais. No último dia, o curso é encerrado com uma visita técnica a um aterro sanitário e a uma usina de biogás. Mais informações e inscrições no site da ABLP (www.ablp.org.br).

ABLP participa do seminário Salvador, Cidade Limpa

No dia 30 de março, a ABLP, em conjunto com o jornal "A Tarde", participa do Seminário "Salvador, Cidade Limpa", na Câmara de Vereadores da cidade. Entre os palestrantes do evento estão Marta Suplicy, ex-prefeita de São Paulo, Carlos Rossin, gerente executivo da Pricewaterhouse e Coopers, Cristina Seixas, promotora do Ministério Público da Bahia e, representando a ABLP, Ariovaldo Caodaglio, membro do Conselho Consultivo da Associação.

Cartas e E-mails

"Queremos elogiar o trabalho realizado pela equipe da ABLP e os integrantes da Revista Limpeza Pública. Recebemos e agradecemos o envio da Revista Limpeza Pública 2009 (72). A equipe está realizando um grande trabalho."

Fernando Miguez Vargas Júnior
Universidade de São Paulo – USP

"O Setor de Periódicos da Biblioteca Central da Universidade Estadual da Paraíba vem, através desta, agradecer as doações de periódicos feitas por V.Sa., tendo em vista o enriquecimento e o engrandecimento que tais publicações proporcionam aos nossos usuários."

Tatiana Gomes – UEPB

Escreva para a Revista Limpeza Pública. Envie-nos suas sugestões ou comentários pelo e-mail: limpezapublica.revista@ablp.org.br

ABLP promove palestras mensais

Em março, o tema foi créditos de carbono, em abril, será incineração

A ABLP realiza palestras mensais sobre temas relacionados a resíduos sólidos e limpeza pública. As palestras são gratuitas e são ministradas por especialistas com grande experiência no setor. No dia 2 de março, ocorreu a primeira palestra do ano, com o engenheiro Francisco de Oliveira, da Fral Consultoria. Ele falou sobre o mercado de créditos de carbono em aterros sanitários, bem como o biogás e as possibilidades para gerar energia elétrica. A próxima palestra será realizada no dia 7 de abril, com o engenheiro Ronaldo Gaspar, diretor da Solví. Ele, que é o entrevistado desta edição da Revista Limpeza Pública, abordará o assunto incineração e valorização energética dos resíduos. Será na sede da ABLP (Av. Paulista, 807, 19º andar, conj. 1909 – São Paulo/SP). Mais informações e inscrições no site da ABLP (www.ablp.org.br).

ABLP apoia Ambiental Expo 2010

A Ambiental Expo 2010 – 2ª Feira Internacional de Equipamentos e Soluções para o Meio Ambiente terá apoio institucional da ABLP. A Feira, organizada pela Reed Exhibitions Alcantara Machado, acontecerá entre os dias 27 e 29 de abril no Pavilhão de Exposições do Anhembi, em São Paulo-SP. Informações em www.ambientalexpo.com.br.

Ecos SARDENHA 2010

Aproveite a oportunidade de atualizar seus conhecimentos na área de gerenciamento de resíduos e destinação final

Em sua quarta edição, o seminário Ecos da Sardenha promove palestras e debates sobre os trabalhos apresentados no Simpósio internacional sobre Gestão, Tratamento e Destinação Final de Resíduos Sólidos na Sardenha - Itália, um dos mais importantes eventos do mundo na área de resíduos e destinação final. Por meio das apresentações de especialistas que mostraram seus trabalhos na Itália, os participantes têm acesso ao conhecimento das últimas tecnologias, além de visitas técnicas e a oportunidade única de interagir com profissionais da área.

- Comportamento de *liners* minerais
- Performance de geossintéticos em aterros
- Aspectos hidráulicos de aterros
- Coberturas para diferentes tipos de aterro
- Gerenciamento de gases em aterros
- Construção, demolição e desastres em aterros
- Gerenciamento integrado de aterros
- Aterros em países em desenvolvimento
- Aterros industriais
- Expansão vertical de aterros

12 a 14 de abril de 2010

Local: Auditório da Faculdade de Saúde Pública - USP

Av. Dr. Arnaldo, 715 - Cerqueira César - São Paulo/SP (Metrô clínicas)

Informações gerais e inscrições: (11) 3266 2484
e-mail: secretaria@ablp.org.br
www.ablp.org.br

Organização

ABLP

iwwg international waste working group

ABMS

Apoio

Gestão de Resíduos

Aterros com a Tecnologia Ambiental VEGA: Seguros e Sustentáveis.

Uma solução inteligente para sua cidade.

VEGA

solvi

Uma empresa a serviço do meio ambiente

Rua Clodomiro Amazonas, 249 / 1º
04537-010 - Itaim Bibi - São Paulo - SP
(11) 3491-5133
www.vega.com.br