



ORIENTAÇÃO AOS GESTORES MUNICIPAIS

PGIRS E ATERROS SANITÁRIOS

SUSTENTABILIDADE
POLÍTICA NACIONAL
DE RESÍDUOS SÓLIDOS

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	5
POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS	7
PLANO DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS - PGIRS	8
DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	20
ESCOLHA DE ÁREAS	24
ELEMENTO DO PROJETO	26
IMPERMEABILIZAÇÕES E TRATAMENTO DE LÍQUIDOS PERCOLADOS	31
DRENAGEM DE GASES	35
MONITORAMENTO AMBIENTAL	36
UNIDADES DE APOIO	38
CONCLUSÃO	40
REFERÊNCIAS	41
GLOSSÁRIO	42

A recente Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) que, igualmente à Política Nacional de Saneamento Básico (PNSB), estabelece normas voltadas para o meio ambiente, tem alertado para um problema que impacta diretamente na manutenção do meio em que vivemos: a poluição causada pelo lixo. A crescente demanda pelo consumo tem estimulado fortemente a produção, resultando no aumento dos resíduos e, conseqüentemente, no aumento da poluição de nosso planeta.

O lixo, como é comumente chamado o resíduo sólido, aparentemente, só se torna um problema quando está exposto aos olhos do cidadão. Ao ser retirado da proximidade da população, o lixo passa a ser um problema quase que exclusivo do gestor público, que deve buscar alternativas para prestação adequada do serviço público de limpeza urbana que satisfaça as condições de regularidade, continuidade, eficiência, segurança, universalidade, possibilitando o efetivo cumprimento da legislação, sem descuidar da economicidade dos custos envolvidos.

Desta forma, e à luz dos preceitos da PNRS, deve-se reconhecer que a responsabilidade pelo combate à poluição causada pelo lixo deve ser compartilhada por todos os principais atores sociais: governos, empresas e coletividade. Neste sentido, o Tribunal de Contas de Pernambuco (TCE-PE), por iniciativa da sua Conselheira Presidente, Teresa Duere, instituiu uma série de ações, por meio de um programa com foco na sustentabilidade, fazendo a sua parte no cumprimento da PNRS.

O programa de sustentabilidade do TCE-PE tem dois objetivos de naturezas distintas, mas complementares. O primeiro destes objetivos diz respeito à política interna de sustentabilidade ambiental, para a qual o envolvimento de diversos setores do Tribunal tem sido fundamental para o êxito de diversas ações de caráter educativo e de conscientização dos funcionários da casa que passaram a compartilhar o compromisso com a sustentabilidade dentro de nosso ambiente profissional.

O outro objetivo diz respeito à atuação de controle externo do Tribunal de Contas sobre os gestores municipais no tocante a suas responsabilidades quanto ao cumprimento da PNRS. Para o alcance deste objetivo foram realizadas pelo TCE-PE ações estratégicas de diagnóstico, auditoria operacional sobre o órgão estadual de meio ambiente, analisando-se, sobretudo, a sua efetividade na fiscalização dos destinos finais dos resíduos municipais, além do processo de instrução e acompanhamento das soluções adotadas pelos gestores públicos municipais.

No acompanhamento da gestão municipal, focaram-se nas duas essenciais etapas de atendimento à PNRS, quais sejam: a elaboração por parte dos gestores públicos do Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PGIRS) e a destinação final dos resíduos sólidos. Verificou-se que apenas 40 municípios de um total de 184 municípios pernambucanos fizeram o PGIRS e 33 destinam os seus resíduos adequadamente em aterros sanitários.

Diante deste cenário, além de se reconhecer a necessidade de se intensificar as determinações e recomendações aos gestores, o TCE-PE emitiu este documento que tem por objetivo apresentar, com base na experiência do TCE-PE e nas normas correlatas, breves orientações sobre a elaboração de PGIRS e projeto de aterro sanitário como solução de destinação final de resíduo sólido. Não se tem, com isso, a pretensão de esgotar o tema, mas, espera-se que as orientações sirvam de estímulo aos gestores para bem desempenharem suas funções no tocante à gestão ambiental dos resíduos sólidos.

POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS

O trabalho em tela foi concebido a partir do conteúdo presente na Política Nacional de Resíduos Sólidos, reforçando as exigências contidas naquela legislação, bem como agregando as experiências e observações obtidas quando da Realização da Auditoria de Natureza Operacional na CPRH onde foram vistoriados todos os destinos finais existentes no Estado de Pernambuco. Esta experiência norteou o conteúdo existente neste conteúdo de orientação aos Gestores Municipais

O Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos é um instrumento de busca das condições ideais de minimização da geração de resíduos na fonte, através de estratégias abordadas na Educação e conscientização ambiental de uma sociedade, com reconhecimento das variáveis locais, permitindo controlar e reduzir riscos ao meio ambiente e assegurar a manutenção e o correto manuseio e disposição final, em conformidade com a legislação vigente, dos resíduos produzidos em determinada localidade.

Instrumento da Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS (Lei nº 12.305/2010), o Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos - PGIRS é um documento que abarca um conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável. Quando da elaboração do PGIRS, deve-se observar como diretriz a seguinte ordem de prioridade:

- Não geração;
- Redução;
- Reutilização;
- Reciclagem;
- Tratamento dos resíduos sólidos; e
- Disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

A eleição dessa ordem de prioridade tem por lógica a diminuição do material que será disposto no destino final, tornando-se importante não só a minimização da geração de resíduos na fonte, mas também o reaproveitamento daquele resíduo que tenha que ser produzido. Essa estratégia impacta diretamente no dimensionamento da destinação final dos resíduos e rejeitos, seja prolongando sua vida útil ou aumentando a sua capacidade, seja construindo solução de destino final mais econômica, contribuindo assim para sua maior eficiência.

Assim, busca-se, com o PGIRS, implantar as condições ideais para minimizar a geração de resíduos na fonte, por meio de estratégias que permeiam toda a sociedade.

A seguir serão apresentados os principais aspectos e etapas relacionados à elaboração do PGIRS com base nas normas correlatas e nas publicações relacionadas nas fontes de referência.

PARTICIPAÇÃO SOCIAL

Para a elaboração do PGIRS, faz-se necessário conhecer as variáveis locais, por meio de um diagnóstico apurado, a fim de que se planejem as ações que possibilitem controlar e reduzir riscos ao meio ambiente e assegurem o correto manuseio e a disposição final adequada dos resíduos produzidos em determinada localidade, bem como a manutenção dessas ações. Sendo assim, deve-se ter em mente que a participação social é fundamental para o êxito do PGIRS. Cada vez mais, o cidadão toma consciência de sua responsabilidade pelo meio em que vive e o seu engajamento nas decisões técnicas e políticas que o afetem tem que ter a sua contribuição e adesão.

Para operacionalizar essa participação é recomendável a criação de um grupo multidisciplinar (Grupo de Trabalho) que tenha participação dos profissionais específicos das áreas técnicas, assim como funcionários da Administração que detenham conhecimento sobre importantes variáveis que tenham impacto no Plano, a exemplo das festas locais, sazonalidade, comportamento populacional e cultural da população, dentre outros fatores. A participação social também pode ser integrada ao processo de elaboração do PGIRS, por meio do estímulo às Associações de Moradores e aos Conselhos Municipais com representatividade social (Conselho Municipal de Educação, Conselho Municipal de Saúde, dentre outros), para que possam contribuir com seu conhecimento local sobre a estrutura de funcionamento e as necessidades dos grupos que representam.

A participação social no processo de elaboração do PGIRS deverá ser garantida através dos instrumentos locais de organização, que proporcionem a discussão e debate de opiniões, podendo ser:

- Audiências públicas em cada uma das localidades, com a definição dos critérios e questionamentos a serem abordados na ocasião;
- Consulta pública ou pesquisas por amostragem nas localidades que vão ser atendidas;
- Participação em conferências, grupos de trabalho, comitês, conselhos, seminários.

Importante: Para definição da participação dos representantes locais é essencial uma atividade inicial de capacitação sobre o tema, podendo ser realizada uma oficina temática.

É recomendada também a instalação de uma estrutura local que possa dar suporte técnico à equipe de profissionais envolvidos, bem como para realização de reuniões entre as equipes e os interlocutores da Administração e da Sociedade Organizada, garantindo assim a transparência e concomitância entre a elaboração do PGIRS e o desenvolvimento das políticas públicas envolvidas.

DAS ETAPAS PARA ELABORAÇÃO

As etapas descritas a seguir compõem os procedimentos metodológicos que deverão ser executados para a realização dos trabalhos referentes a esta proposta de elaboração do PGIRS.

I. ETAPA DE DIAGNÓSTICOS

Os diagnósticos a serem produzidos têm como finalidade identificar, qualificar e quantificar as diversas realidades da gestão de resíduos no município, utilizando preferencialmente sistema de indicadores sanitários, epidemiológicos, ambientais e socioeconômicos, relacionando, desse modo, os problemas a partir das suas respectivas causas. Devem ser estruturados de modo a caracterizar, num primeiro momento, a situação atual e, numa segunda etapa, assumindo uma configuração prospectiva.

Caracterização da situação atual: Esta etapa deverá se constituir num inventário da situação atual da gestão dos resíduos, abordando também os aspectos sociológicos, institucionais, tecnológicos, de gestão e planejamento, tendo como foco as ameaças e oportunidades.

Prognóstico: Nesta instância o diagnóstico deverá apresentar um caráter prospectivo. Utilizando metodologia para elaboração de cenários, serão identificados os principais vetores de desenvolvimento socioeconômico e suas implicações sobre a evolução da gestão dos resíduos do município.

Os dados desta etapa serão produzidos com base nas informações obtidas junto às concessionárias, aos órgãos municipais, estaduais e federais, assim como a partir de levantamentos de campo, de trabalhos científicos, de estudos de caso, de experiências desenvolvidas no âmbito do território municipal, de experiências de outros municípios, bem como de demais documentos ou informações correlatas. Além disso, os diagnósticos deverão ser estruturados por unidades territoriais de análise e planejamento, devendo haver uma versão consolidada para todo o território do município, a partir das informações agrupadas dos diagnósticos das respectivas unidades. Por fim, nesta etapa, devem ser abordadas também questões de natureza complementar, tais como: jurídico-legais, administrativas, institucionais, modelo de gestão entre outras, de modo a estabele-

cer horizontes para a institucionalização da PGIRS e seus respectivos instrumentos, integração ao sistema de saneamento, conselhos, órgãos de regulação, gestão e planejamento, fundos, dentre outras. A seguir, apresentam-se as principais atividades da etapa de diagnósticos.

DEFINIÇÃO DA REGIONALIZAÇÃO PARA O DIAGNÓSTICO

Objetiva-se, com essa atividade, definir as unidades espaciais de análise e planejamento, as quais se constituirão nas unidades referenciais para a elaboração dos estudos e propostas das ações do PGIRS. Para tanto, sugere-se a realização dos seguintes procedimentos:

- Setorização em mapa das áreas atendidas pelo PGIRS;
- Identificação dos locais de atendimento diferenciado (feiras, cemitérios, matadouros, unidades de saúde, comércio, etc.);
- Levantamento da qualidade das vias de tráfego e fluxo de veículos;
- Identificação da sazonalidade por regiões.

Sazonalidade: é relacionada ao comportamento que se verifica em determinada estação ou período do ano. Áreas de praia, setores escolares, áreas turísticas apresentam comportamentos diferenciados em determinadas épocas do ano.

Recomenda-se a utilização de base cartográfica do município em meio digital para o lançamento de todas as informações gráficas que compoñham o PGIRS, fazendo-se constar o georreferenciamento das localidades. Esta base cartográfica poderá ser composta por plantas, mapas e/ou imagens de satélite, identificando-se datas e escalas, além da sua relevância para cada item do Plano.

CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS

Na etapa de diagnóstico é necessário conhecer os resíduos sólidos existentes na localidade. Para isso a classificação e a informação sobre os geradores e as formas de coleta e transporte adotadas são fundamentais. O Quadro 1 abaixo auxilia nessa classificação: (página a seguir)

QUADRO 1 – CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS

TIPO	ORIGEM
Resíduos sólidos domiciliares - RSD	Provenientes de atividades domésticas de residências urbanas, podendo ser resíduo seco ou úmido
Resíduos da limpeza urbana	Originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana
Resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços	Gerados nas atividades exercidas pelos estabelecimentos comerciais e de serviços
Resíduos dos serviços públicos de saneamento básico	Originários do tratamento da água e do esgoto, manutenção dos sistemas de drenagem e manejo das águas pluviais. Os resíduos são resultantes dos processos aplicados em Estações de Tratamento de Água (ETAs) e Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs), ambos envolvendo cargas de matéria orgânica, e resíduos dos sistemas de drenagem, com predominância de material inerte proveniente principalmente do desassoreamento de cursos d'água
Resíduos industriais	Os gerados nos processos produtivos e instalações industriais
Resíduos de serviços de saúde	Os gerados nos serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e do SNVS saúde
Resíduos da construção civil	Provenientes das construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis
Resíduos agrossilvopastoris	Os gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades
Resíduos de serviços de transportes	Os originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira
Resíduos de mineração	Os gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios

Fonte: Elaboração própria com base na Lei nº 12.305/2010, art. 13, e no manual do MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE/ICLEI Brasil: Planos de gestão de resíduos sólidos: manual de orientação. Brasília: 2012.

Vale ainda destacar que os resíduos podem ainda ser classificados em perigosos ou não perigosos.

LEVANTAMENTO DE DADOS SOCIOECONÔMICOS

Por meio do levantamento de dados socioeconômicos, caracteriza-se a população-alvo dos serviços, identificando sua composição, mobilidade e condição social e econômica. Incluem a evolução recente e as perspectivas do crescimento demográfico, as principais atividades econômicas, os fatores indutores do crescimento urbano, os níveis de emprego, saúde, escolaridade e renda da população, o Produto Interno Bruto (PIB) municipal per capita, os indicadores sanitários e epidemiológicos, entre outros. Exemplos de informações que podem ser levantadas nessa etapa são:

- População total, urbana e rural, população flutuante (no caso de cidades turísticas, por exemplo), taxa de crescimento populacional e grau de urbanização;
- Taxa de mortalidade geral e infantil, mortalidade por doenças infecciosas ou parasitárias;
- Renda per capita, taxa de desemprego, participação dos vínculos empregatícios por setor de atividade, rendimento médio nos vínculos empregatícios por setor de atividade, Produto Interno Bruto (PIB) per capita;
- Indicadores sociais, Índice Pernambucano de Responsabilidade Social (IPRS), Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM).

LEVANTAMENTO DE DADOS RELACIONADOS AO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

Além dos dados estatísticos da população, é imprescindível conhecer a distribuição espacial desse contingente e das atividades que desenvolvem no município, pois assim é possível localizar e dimensionar os problemas e as tendências de uso e ocupação do espaço urbano. O objetivo é identificar situações que interferem ou que possam influenciar na prestação dos serviços de limpeza urbana, definindo as áreas de expansão urbana a serem atendidas no futuro. Exemplos de informações que podem ser levantadas nessa etapa são:

- Perímetro urbano e de expansão urbana;
- Áreas de maior densidade de construções, com presença de prédios altos ou tendência à verticalização;
- Áreas com predominância de comércio ou indústrias;
- Áreas ocupadas por favelas ou invasões;
- Ocupações de fundos de vale, incluindo as sujeitas à inundação periódica;

- Áreas servidas por operador (de serviço de água e esgoto, concessionários locais ou do estado, loteadores, etc.);
- Áreas não servidas por rede de água, esgotamento sanitário e coleta regular de resíduos sólidos;
- Áreas com loteamentos ou conjuntos habitacionais aprovados, mas ainda não implantados;
- Principais eixos de crescimento e expansão urbana.

LEVANTAMENTO DE DADOS FÍSICOS E AMBIENTAIS

É fundamental conhecer as características do território municipal, no que diz respeito à localização geográfica, geomorfologia, geologia, solos, clima, hidrologia e hidrogeologia, vegetação natural e alterada, fauna e ecossistemas associados, as bacias e sub-bacias hidrográficas, avaliando a disponibilidade hídrica, as áreas de preservação, as áreas de risco e os focos de poluição, além da legislação ambiental pertinente e do conteúdo de eventuais Termos de Ajustamento de Conduta celebrados na região. Exemplos de informações que podem ser levadas nessa etapa são:

- Delimitação das bacias hidrográficas que são mananciais superficiais, corpo receptor de despejos sanitários ou importantes para a drenagem urbana;
- Pontos de captação de água superficial ou subterrânea, mananciais e respectivas bacias;
- Mananciais próximos, para atender às demandas futuras ou ao déficit atual;
- Fontes de poluição, como pontos de lançamento de esgoto não tratado, indústrias poluentes, aterros não controlados, valas e lixões;
- Várzeas e fundos de vale sujeitos a alagamentos ou áreas urbanas que apresentem dificuldade de drenagem de águas pluviais;
- Áreas de risco, como encostas com ocorrências de deslizamentos de deslizamentos ou erosão acelerada.

ESTUDO DA LEGISLAÇÃO

Além das normas e diretrizes nacionais da PNRS, é importante consultar as normas estaduais e locais vigentes relacionadas à prestação dos serviços de saneamento, à gestão dos resíduos e aos instrumentos econômicos de incentivo (ICMS socioambiental, por exemplo) que possam interferir no PGIRS, pois, na sua construção, devem ser consideradas as diretrizes já contidas nesses instrumentos legais, bem como as possíveis modificações que devem ser propostas.

Quanto à legislação municipal, suas diretrizes podem estar dispersas em diferentes instrumentos legais, pois cada município pode dispor de arranjos próprios para tratar das questões urbanísticas e ambientais, tais como planos específicos para a habitação, recursos hídricos, etc. Assim, são exemplos de normas que devem ser pesquisadas: a Lei Orgânica do Município, o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano, a Lei de Uso e Ocupação do Solo, a Lei de Parcelamento do Solo, o Código Ambiental, o Zoneamento Ambiental, o Plano Municipal de Saneamento Básico, o Plano Municipal de Recursos Hídricos, Decretos, entre outros.

DIAGNÓSTICO OPERACIONAL

Deve ser feita uma análise qualitativa e quantitativa dos recursos humanos e equipamentos disponíveis com vistas a identificar os pontos fortes e fragilidades no gerenciamento e na operação que possibilitem a discussão sobre as melhorias a serem implantadas e a necessidade de soluções compartilhadas. Uma análise mais minuciosa, que poderá auxiliar na etapa de definição de metas e ações, deve abordar ainda as características complexas do serviço de limpeza urbana, incluindo neste diagnóstico o levantamento de:

- Mapa de Operação de Varrição, Coleta de Resíduos Domiciliares e Comerciais;
- Geradores e potencialização da geração individual;
- Capacidade de Separação e Legislação de Influência;
- Produção diária dos diversos tipos de resíduos de forma regionalizada.

DIAGNÓSTICO ECONÔMICO

O principal objetivo é retratar os resultados financeiros e patrimoniais da prestação dos serviços nos últimos anos, avaliando a situação de partida para a programação de investimentos futuros. Assim, as principais informações que devem ser levantadas nesta etapa são:

- O sistema de cobertura financeira dos serviços, se é feito por meio de tarifas, taxas ou outros preços públicos;
- A capacidade de originar recursos para investimentos, a partir de uma geração de receitas maior que a de despesas;
- Os investimentos realizados nos últimos anos, os investimentos em andamento e os recém-contratados.

DIAGNÓSTICO DO SISTEMA DE LIMPEZA URBANA E MANEJO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

Um dos enfoques importantes no diagnóstico dos resíduos sólidos diz respeito aos aspectos sociais relacionados ao seu manejo, seja

sob o ponto de vista econômico (catação) ou sob o ponto de vista ambiental (reciclagem). Na listagem abaixo seguem as informações mínimas necessárias a serem obtidas:

- Caracterização do tratamento (capacidade instalada, capacidade limite, solução tecnológica, localização, contrato de prestação dos serviços, etc.);
- População atendida e demanda atual;
- Volume produzido;
- Produção per capita;
- Projeção de demanda futura baseada nos estudos de crescimento populacional;
- Déficit de atendimento – fatores determinantes, causas, consequências;
- Principais problemas e sua respectiva frequência do sistema de coleta e limpeza urbana (falta ou descontinuidade, vetores, dificuldades operacionais, infraestrutura);
- Caracterização do sistema de coleta e limpeza da(s) cidade(s) (rotas, procedimentos operacionais, infraestrutura, etc.);
- Arranjo institucional, sistema de gestão, de planejamento, de tarifação, de regulação e de controle;
- Caracterização dos resíduos domésticos, industriais (composição, qualitativa/ quantitativa, distribuição espacial por bacia elementar ou região administrativa);
- Identificar planos, programas e projetos em desenvolvimento, já desenvolvidos ou em elaboração;
- Caracterização das atividades de catadores (número de catadores, formas de organização, quantidade de resíduo processado, principais problemas e dificuldades, etc.);
- Caracterização do sistema de reciclagem (volume produzido, ação institucional, conscientização, dificuldades, roteiros e modelos de coleta, etc.);
- Despesas e receitas operacionais.

Importante: o prognóstico dos sistemas de gestão de resíduos sólidos do município, preferencialmente, deve ser construído para um horizonte de tempo de 20 anos com base nos diagnósticos da situação atual da gestão de resíduos, abordando as tendências de desenvolvimento socioeconômico, que deverão considerar os aspectos de desenvolvimento:

- da população (demografia);
 - da habitação (moradia);
- do sistema territorial urbano; e,
- do desenvolvimento econômico (turismo, comércio, serviços, indústria de tecnologia de ponta).

II. ETAPA DE ELABORAÇÃO DO PLANO: PRINCÍPIOS, DIRETRIZES, OBJETIVOS, METAS, PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES

O PGIRS do Município será elaborado com base nos conteúdos dos diagnósticos, bem como em experiências bem sucedidas de outros municípios, devendo ser estruturado do seguinte modo:

- Por unidades espaciais de análise e planejamento, e uma versão consolidada para todo o território do Município;
- Por setores de serviços de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos.

O Plano deverá estar alinhado com os pressupostos das políticas nacional e estadual de saneamento, se houver, estabelecendo os seguintes conteúdos e instrumentos:

PRINCÍPIOS E DIRETRIZES

O Grupo de Trabalho deverá apresentar os princípios e as diretrizes básicas que se constituirão nos fundamentos a orientar a implementação do Plano.

OBJETIVOS

Com base nos diversos cenários admissíveis, deverão ser propostos os objetivos gerais e específicos, a partir dos quais serão estabelecidas as metas de curto, médio e longo prazo para alcançá-los.

PLANO DE METAS

Embasado nos cenários e nos objetivos estabelecidos para cada um deles, será estruturado o plano de metas de curto, médio e longo prazo, para alcançar a universalização do atendimento dos serviços de limpeza e manejo dos resíduos sólidos, observando e compatibilizando-se com os demais planos setoriais.

PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES

Em função dos objetivos e do plano de metas, serão consolidados, com as respectivas estimativas de recursos, os programas, os projetos e as ações, necessários como instrumentos de operacionalização do plano para atingir as metas estabelecidas. Devem fazer parte o plano de investimentos (com respectivo cronograma financeiro) e as fontes de recursos, guardando a devida compatibilidade com o plano plurianual e com demais planos governamentais.

INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO E MONITORAMENTO

O PGIRS deve apresentar os mecanismos de avaliação sistemática, objetivando medir a eficiência e eficácia das ações do Plano, assim

como a qualidade dos serviços, na ótica do usuário. Os indicadores a serem definidos deverão avaliar e verificar se as ações propostas estão atendendo às metas estabelecidas e como estão se configurando os cenários estabelecidos.

AÇÕES DE EMERGÊNCIAS E CONTINGÊNCIAS

Deve também estar previsto no PGIRS um plano de ações para atender a situações de emergência e contingência, conforme ocorrências potenciais identificadas na etapa de diagnósticos.

DIVULGAÇÃO DO PLANO

De modo a fomentar a participação social, o PGIRS deve apresentar os mecanismos estratégicos para a divulgação do Plano no município, assegurando o pleno conhecimento da população.

OUTROS MECANISMOS COMPLEMENTARES

Alguns mecanismos complementares são igualmente importantes para o sucesso da implementação do PGIRS, podendo-se citar, dentre outros:

- Análise da viabilidade técnica e econômico-financeira da prestação dos serviços, considerando cada um dos cenários, plano de metas, programas, projetos e ações;
- Determinação dos indicadores de prestação dos serviços de limpeza e manejo dos resíduos sólidos, a serem seguidos pelos prestadores de serviços;
- Determinação dos valores dos indicadores, definindo os padrões e níveis de serviços a serem seguidos pelos prestadores de serviços;
- Definição dos recursos humanos, materiais, tecnológicos, econômico-financeiros, institucionais e administrativos, necessários à execução do Plano.

HIERARQUIZAÇÃO DAS ÁREAS DE INTERVENÇÃO PRIORITÁRIA

As metas de curto, médio e longo prazo, assim como os programas, projetos e demais ações, a serem propostas no âmbito do PGIRS, sobretudo os relacionados aos investimentos nas localidades, devem ser previstos a partir de critérios de hierarquização das áreas de intervenção prioritária. Neste sentido, as unidades territoriais de análise e planejamento serão hierarquizadas, para efeitos de execução das ações do Plano, com base em uma metodologia a ser definida pelo Grupo de Trabalho, a partir de indicadores ambientais e dos serviços de saneamento medidos nas respectivas unidades.

PLANO DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS – VERSÃO PRELIMINAR

A versão preliminar do PGIRS, elaborada, será apresentada pelo Grupo de Trabalho nas audiências públicas a serem realizadas em cada uma das unidades territoriais de análise e planejamento, objetivando à sua complementação a partir da visão comunitária. Essas audiências têm como propósito os seguintes encaminhamentos:

- Estabelecer uma discussão acerca dos conteúdos do Plano;
- Coletar as proposições dos representantes locais acerca do Plano;
- O Grupo de Trabalho deverá consolidar e apresentar a versão do PGIRS do Município, complementada a partir das respectivas audiências.

PLANO DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS – VERSÃO FINAL

A versão do PGIRS do Município, complementada a partir das audiências públicas locais, será apresentada em uma Audiência Pública Municipal a ser realizada, objetivando a validação do Plano. Após a realização da Audiência Pública Municipal, será procedida pelo Grupo de Trabalho a sistematização das discussões, dos encaminhamentos e das proposições estabelecidas no evento, objetivando embasar a consolidação da proposta definitiva do PGIRS. Com base no documento de sistematização da Audiência Pública Municipal, será apresentada pelo Grupo de Trabalho a versão final do PGIRS do Município.

PROJETO DE LEI

A partir dos documentos aprovados, contendo a versão final do PGIRS, é necessário que seja elaborado pelo Grupo de Trabalho um projeto de lei regulamentando o Plano, disciplinando: os princípios e diretrizes, os objetivos, o plano de metas, os programas, projetos e ações, os instrumentos de avaliação e monitoramento, as ações de emergências e contingências, a estratégia de divulgação do Plano, a estratégia de compatibilização com as demais Políticas que tratam do assunto e demais mecanismos complementares.

LIXÃO

O método tradicional para a disposição final do lixo, em municípios onde há falta de recursos financeiros ou que não possuem ainda uma política ambiental bem definida, tem sido o vazadouro ou o lixão a céu aberto. Sua localização, na maioria dos casos, dá-se em áreas inadequadas, degradando o local e seu entorno (figura 1).

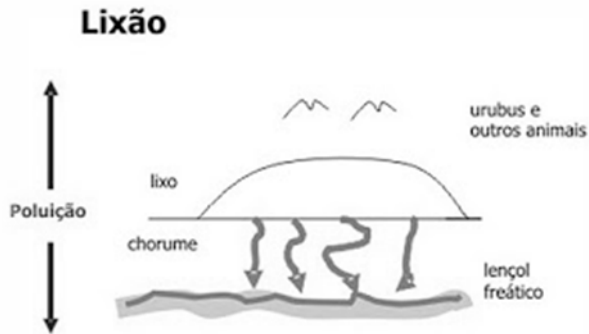


Figura 1

A região impactada apresenta grande proliferação de vetores e, na tentativa de minimização dos problemas ambientais, atea-se fogo. Maus odores e a presença de micro-organismos patogênicos se constituem em elementos de degradação intensa, acompanhados de diversas espécies de animais, originando riscos à saúde e ao meio ambiente. A contaminação do ar, água e solo é intensa, degradando-se a paisagem do entorno. Erradicar os lixões ou ainda remediar as áreas degradadas é uma prática que vem sendo estimulada pelos Órgãos Ambientais constituídos. É possível converter um vazadouro em um aterro controlado, observando-se os seguintes requisitos:

- Efetuar diagnóstico, determinando a qualidade ambiental do vazadouro.
- Avaliar as condições de fechamento e selagem que permitam o desenvolvimento de um aterro sanitário.
- Avaliar a vida útil do novo projeto, a qual deverá superar no mínimo cinco anos.

O termo aterro controlado começou a ser utilizado durante os últimos anos para denominar os aterros "não sanitários", os quais apresentam algumas falhas ou faltas, tais como ausência de impermeabilização do fundo, não recolhimento e tratamento dos líquidos percolados, não coleta dos gases produzidos e consequente queima ou aproveitamento, não recobrimento com camada de terra ao final da jornada diária de trabalho, entre outros aspectos. Alguns especialistas concordam que o importante é melhorar paulatinamente o existente até chegar, a médio ou curto prazo, a um aterro sanitário verdadeiro.

ATERROS SANITÁRIOS (PARA RESÍDUOS NÃO PERIGOSOS)

Os aterros sanitários convencionais ou mecanizados são os que se aplicam em todas as localidades com resíduos suficientes para justificar economicamente o uso de máquinas para as operações de escavação, preparo do terreno, corte de material de cobertura, movimentação, espalhamento, compactação e recobrimento do lixo (figura 2).

Aterro Sanitário



Figura 2

Trata-se de uma obra de engenharia, que se desenvolve em área previamente determinada e, como resultado final, produz a modificação da topografia do terreno. Deverá reunir as seguintes características mínimas:

- O aterramento de resíduos evita a proliferação de vetores, riscos à saúde pública e a degradação ambiental;
- A área do aterro deverá ser perfeitamente delimitada e cercada;
- Deverá ser estabelecido um controle de acesso de veículos e pessoas;
- Não se queima o lixo, nem se produzem maus odores, devendo ser coberto diariamente;
- Existe drenagem das águas pluviais;
- Existem obras de engenharia para o controle das emissões gasosas, para a central e tratamento do percolado;
- Existe um programa de monitoramento ambiental;
- Existem planos de fechamento (clausura) e pós-clausura;
- Aplicam-se aos resíduos Classe II – não inertes e Classe III – inertes, em casos especiais (NBR-10.004) e normas já referenciadas.

ATERROS SANITÁRIOS MANUAIS

Os aterros sanitários manuais são geralmente usados em pequenas localidades, com população de até 20.000 habitantes ou geração de até 10 toneladas diárias de resíduos sólidos. Nesses aterros, as escavações para preparo do terreno e para retirada do material de cobertura são feitas com máquinas, a cada três ou quatro meses, enquanto que as operações de movimento, transporte e acomodação do lixo fazem-se manualmente, com carrinho de mão, pás e picaretas. Poderá ser utilizado, ainda, tambor compressor para compactação dos resíduos. O sistema de trincheiras ou de área poderá ser utilizado.

ATERROS SANITÁRIOS ENERGÉTICOS

São aterros sanitários nos quais se dá a coleta dos gases produzidos, através de um sistema de tubulações conectadas às chaminés de captação. O sistema é acoplado a um equipamento de sucção (compressor de ar com fluxo invertido) e um sistema de purificação do biogás, para retirada do CO₂ (coluna de água), e filtro para gás sulfídrico (limalha de ferro, serragem, sepilho, entre outros). O gás metano, já purificado, é armazenado em reservatórios plás-

ticos e, então, comprimido em bujões especiais (cilindros de aço). As células de resíduos são mais altas, com 5,0 a 6,0 metros de altura, diminuindo a quantidade do material de recobrimento. Um aterro sanitário energético poderá ainda contar com um sistema de irrigação, com o próprio líquido percolado, aumentando o teor de umidade e, conseqüentemente, mantendo com regularidade a produção de biogás/metano.

ATERROS PARA RESÍDUOS PERIGOSOS

Os resíduos perigosos são gerados em quantidades limitadas por toda a comunidade. Um frasco de aerosol descartado por um habitante se constitui em um perigo potencial. Entretanto, o grau de risco representado por ele é baixo. Desse modo, o frasco pode ser coletado, estocado, transportado e disposto da mesma maneira que outros resíduos não perigosos originários das residências. Em termos de geração, as unidades industriais e as mineradoras são as principais fontes produtoras de resíduos sólidos perigosos, embora a quantidade produzida seja baixa. Em geral, os resíduos perigosos, sempre que possível, recebem um tratamento inicial antes da disposição final, tendo em vista reduzir ou eliminar substâncias nocivas neles presentes. O tratamento pode ocorrer por meios físicos, químicos, térmicos ou biológicos. Um aspecto importante é o conhecimento das características dos resíduos a serem tratados ou dispostos em aterros.

Lâmpadas fluorescentes, medicamentos, resíduos de siderurgia, resíduos de mineração, são exemplos de resíduos que devem ser classificados e para os quais deve ser dado destino final adequado. Com base na determinação da natureza e gravimetria dos resíduos produzidos (constante no PGIRS), será possível identificarmos o volume estimado de produção. Esta etapa é fundamental para identificação das áreas necessárias para implantação de um aterro, sempre observando fatores como sazonalidade e condições especiais, tais como fenômenos climáticos que por natureza influenciam a vida útil de um aterro sanitário. Sugere-se que a vida útil não seja inferior a 20 (vinte) anos, uma vez que os investimentos relacionados apresentam volume considerável, além da dificuldade natural de se encontrarem áreas disponíveis e com as características necessárias.

ESCOLHA DE ÁREAS

As normas em vigor, referentes a aterros sanitários para resíduos perigosos, não perigosos e inertes apresentam, em seus capítulos iniciais, a necessidade de escolha de área para a sua implantação, mediante a observância de critérios bem estabelecidos. Do ponto de vista científico, algumas questões referentes à escolha de áreas para implantação de aterros sanitários ainda estão por ser respondidas. Ao longo do tempo, diversas abordagens têm sido utilizadas na questão, mostrando-se eficazes quando utilizadas pelos especialistas. Entretanto, grande parte destes conhecimentos permanece distante da realidade dos pequenos municípios, que contam com insuficientes recursos técnicos e financeiros.

Há necessidade de condições favoráveis, tanto no que se refere aos aspectos ambientais quanto aos construtivos. Assim, o tipo de solo e a profundidade do lençol freático, são elementos decisivos na escolha da área, pois terrenos com lençol freático aflorante ou muito próximos da superfície são impróprios para a construção deste tipo de aterro. De posse destas informações, o empreendedor (Administração) deverá estabelecer condições gerais para identificação de áreas de grande relevância para implantação do aterro sanitário. Deverá ser estabelecida uma gradação, com base em critérios mínimos, de forma a definir locais com condições de receber uma unidade de disposição final. São estes os critérios mínimos: (tabela ao lado)

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	CRITÉRIOS	PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO LOCACIONAL
Maior horizonte do projeto	Capacidade de receber resíduos	Vida útil do local
Simplicidade para implantação do aterro	Facilidade para implantação do equipamento	<ul style="list-style-type: none"> • Remoção de cobertura vegetal • Profundidade do lençol freático • Declividade • Espessura do solo • Classificação do solo (textura)
Acessibilidade ao local	Vias qualificadas	Menor tempo de descarga
Atenuação do impacto local na paisagem	Mitigação do impacto visual	<ul style="list-style-type: none"> • Visibilidade do local • Distanciamento de núcleos habitacionais
Minimização da poluição atmosférica	Mitigação de poluição atmosférica/ redução de odores	<ul style="list-style-type: none"> • Identificação da direção dos ventos • Afastamento de núcleos urbanos e habitações • Construção de barreiras físicas
Preservação dos recursos hídricos de superfície	Vulnerabilidade hídrica de superfície da área	<ul style="list-style-type: none"> • Distância adequada do manancial hídrico local • Número de cursos d'água no local • Declividade local • Classificação dos corpos hídricos
Preservação dos recursos hídricos subterrâneos	Vulnerabilidade dos recursos hídricos subterrâneos	<ul style="list-style-type: none"> • Profundidade do lençol freático • Permeabilidade do solo • Espessura do solo • Natureza do solo
Preservação do solo	Possibilidade de erosão do solo	<ul style="list-style-type: none"> • Classe do solo (textura) • Declividade (relevo)
Preservação da vegetação	Alteração da flora	• Cobertura vegetal
Redução da poluição sonora na operação do aterro	Mitigação da poluição sonora da operação do aterro	<ul style="list-style-type: none"> • Afastamento de núcleos urbanos e habitações • Construção de barreiras físicas
Redução das intervenções locais para implantação	Adequação do equipamento as condições de utilização da área	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar código de obras • Observar as características e as aptidões das áreas
Redução de custos com aquisição do terreno	Observar custos de áreas próximas	• Custo do terreno
Redução de custos para adequação do local	Custos para adequação do local de implantação	<ul style="list-style-type: none"> • Terraplenagem • Drenagem • Isolamento da área (cerca) • Energia elétrica • Impermeabilização de área • Implantação de instalações de apoio
Menores custos com material de cobertura	Redução de custos com cobertura	<ul style="list-style-type: none"> • Proximidade das jazidas • Disponibilidade de jazidas • Baixos custos de aquisição de jazidas
Menores custos com transporte de resíduos	Redução de custos com transporte de resíduos	• Vias de acesso em boas condições
Menor desvalorização da terra	Mitigação da desvalorização das áreas de entorno	<ul style="list-style-type: none"> • Manutenção do funcionamento adequado • Educação ambiental • Infraestrutura adequada

A NBR 8.419 define aterro sanitário como a técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo, sem causar danos à saúde pública e à sua segurança, minimizando os impactos ambientais. Método este que utiliza princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos a menor área possível e reduzi-los ao menor volume permitível, cobrindo-os com uma camada de terra, na conclusão de cada jornada de trabalho, ou a intervalos menores, se for necessário. Destaca, ainda, a mesma norma, que resíduos sólidos urbanos são os resíduos gerados em um aglomerado urbano, excetuados os resíduos industriais perigosos, hospitalares, sépticos, de portos e de aeroportos. Apresentam-se a seguir algumas definições relativas a importantes elementos gerados nos aterros sanitários:

Sumeiro ou chorume (percolado): líquido que atravessa um meio poroso (células de resíduos sólidos), produzido pela decomposição de substâncias contidas nos resíduos sólidos, que tem como características a cor escura, o mau cheiro e a elevada DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio).

Gás bioquímico (GBQ), gás de aterro ou biogás: mistura de gases produzidos pela ação biológica de micro-organismos na matéria orgânica, em condições anaeróbias, composto principalmente de CO e CH₄, em composições variáveis. O projeto de engenharia de um aterro sanitário (figura 3), em seu memorial descritivo, deve conter:

INFORMAÇÕES CADASTRAIS

- Qualificação da entidade responsável pelo aterro;
- Qualificação da entidade ou profissional responsável pelo projeto e sua situação perante o CREA;
- Informações sobre os resíduos a serem dispostos no aterro: Origem, qualidade e quantidade diária e mensal, frequência e horário de recebimento;
- Características dos equipamentos de transporte;
- Massa específica dos resíduos.

CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DESTINADO AO ATERRO

- Critérios básicos para a seleção;
- Localização e caracterização topográfica;
- Caracterização geológica e geotécnica;
- Caracterização climatológica;
- Caracterização e uso de água e solo;
- Concepção e justificativa de projeto.

DESCRIÇÃO E ESPECIFICAÇÕES DOS ELEMENTOS DE PROJETO

- Drenagem superficial;
- Drenagem e remoção do percolado;
- Tratamento do percolado;
- Impermeabilização inferior e/ou superior;
- Drenagem de gases.

OPERAÇÃO DO ATERRO

- Acessos e isolamento da área;
- Preparo do local de disposição;
- Transporte e disposição dos resíduos;
- Empréstimo do material de cobertura;
- Controle tecnológico;
- Plano de encerramento do aterro e cuidados posteriores;
- Uso futuro da área do aterro.

O CÁLCULO DOS ELEMENTOS DO PROJETO

- Dados e parâmetros;
- Critérios, fórmulas e hipóteses de cálculo;
- Justificativas;
- Resultados.

VIDA ÚTIL DO ATERRO – PRAZO DE OPERAÇÃO

- Quantidade de resíduos sólidos a ser disposta (diária, mensal e anual);
- Peso específico adotado;
- Capacidade prevista para a área;
- Prazo de operação do aterro, estimado em função da quantidade de resíduos a serem dispostos e da capacidade da área.

SISTEMA DE DRENAGEM SUPERFICIAL

- Intensidade da chuva;
- Tempo de recorrência;
- Duração;
- Coeficiente de escoamento superficial.

SISTEMA DE DRENAGEM E REMOÇÃO DO PERCOLADO

SISTEMA DE DRENAGEM DE GASES

SISTEMA DE TRATAMENTO DE PERCOLADO

CÁLCULO DE ESTABILIDADE DOS TALUDES (CONSULTAR NBR 11.682)

ESTIMATIVA DE CUSTO

- Equipamentos utilizados;
- Mão de obra empregada;
- Materiais utilizados;
- Instalações e serviços de apoio;
- Cronograma físico-financeiro.

DESENHOS (PRANCHAS)

- Concepção geral, com localização geográfica do aterro, acessos principais e instalações de apoio, cursos de água e poços existentes na região e usos dos solos predominantes na vizinhança;
- Indicação das áreas de deposição de resíduos, limites da área a ser utilizada, vias internas e sequência de preenchimento da área ao longo do tempo;
- Sistemas de drenagem superficial e sub-superficial, com indicação da seção transversal e declividade de fundo para escoamento das águas pluviais, percolado e gases, indicando os materiais de revestimento de fundo e suas respectivas especificações;
- Sistema de tratamento de percolado, com detalhamento do fluxograma do processo, seus elementos constituintes e locação dos pontos de descarga;
- Apresentação do aterro sanitário concluído.

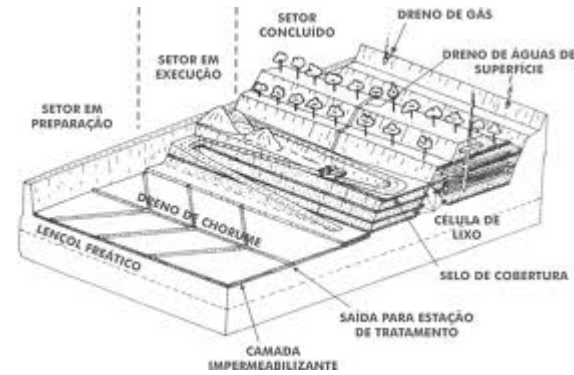


Figura 3

A NBR 13.896 – Aterros de resíduos não perigosos – Critérios para projeto, implantação e operação, deve ser consultada, bem como a NBR 11.174 – Armazenamento de resíduos não perigosos, Classes II-A e II-B.

CÉLULAS PARA RESÍDUOS SÓLIDOS NÃO PERIGOSOS, NÃO INERTES

Na formação de um aterro, são de fundamental importância as proporções das células diárias, tendo em vista o consumo de terra para a cobertura dos resíduos. A superfície a ser aberta deverá ser minimizada para que os custos operacionais sejam compatíveis com a obra em execução. A área mínima de cobertura é obtida quando a frente de trabalho tem dimensão igual a sua profundidade, sendo a altura obtida em função do seu volume. O volume da célula corresponde ao volume aterrado diariamente (compactado). Logo:

$$V = b \times h$$

V = volume da célula (m³)

b = l = frente de operação = profundidade da célula (m)

h = altura da célula (m)

$$A = b + 2b \times h \times p$$

A = área a ser coberta

p = talude da rampa de trabalho = 3

O grau de decomposição varia com o tipo de equipamento utilizado. Para um peso específico de 250 kg/m³ (resíduo solto), é possível obter-se compactações de 2:1 (500 kg/m³), 3:1 (750 kg/m³) e até 4:1 (900 kg/m³), para um talude de 1:3. A compactação máxima é obtida por equipamentos pesados especialmente projetados com “pés de carneiro”.

DEPÓSITOS

Os depósitos são utilizados para tratamento e disposição de resíduos da construção civil. Constituem-se em aterros sanitários simplificados, uma vez que esses resíduos não perigosos, classificam-se como inertes. Na elaboração de projetos para esse tipo de resíduo devem ser consideradas as normas a seguir relacionadas:

NBR 15112 – Resíduos sólidos da construção civil e resíduos volumosos – Áreas de transbordo e triagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação.

NBR 15113 – Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros, Diretrizes para projeto, implantação e operação.

NBR 15114 – Resíduos sólidos da construção civil – Áreas de reciclagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação.

IMPERMEABILIZAÇÕES E TRATAMENTO DE LÍQUIDOS PERCOLADOS

A decomposição dos resíduos sólidos produz um líquido malcheiroso, de coloração negra, parecida com o esgoto doméstico, porém, bem mais concentrado e com DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) da ordem de 10.000 a 20.000 mg/l, denominado chorume, percolado ou sumeiro. O chorume é formado por enzimas expelidas pelos micro-organismos de decomposição e de água.

A água da chuva que cai sobre o aterro, percola através do mesmo, carreando o chorume e a matéria orgânica transformada, dando origem a um volume líquido que pode causar problemas à operação do aterro, contaminar o solo e os recursos hídricos da região. Em função desses elementos, a impermeabilização da parte inferior do aterro pode ser feita através de camadas de solo impermeável (argila) ou de aplicação de geomembranas sintéticas (mantas impermeabilizantes de PVC ou PEAD), ou ainda, através de argilas expansivas.

Quando as características de permeabilidade do solo no local escolhido para o aterro são as ideais, com baixos coeficientes de permeabilidade ($< 10^{-6}$ cm/s), é provável que não seja necessária a instalação de uma geomembrana para impermeabilização (NBR 13.896). Porém, é importante lembrar que dificilmente consegue-se obter um local com solo adequado, porque as pressões externas exercidas pela comunidade e pelas entidades de classe reduzem enormemente as opções de escolha para quem projeta um aterro sanitário.

Desta forma, na maioria dos casos, a utilização de geomembranas é necessária. Segundo a Associação Brasileira dos Fabricantes de Materiais e Equipamentos para Saneamento (ASFAMAS), cada vez mais, estão sendo utilizados Geossintéticos em Aterros Sanitários, em caráter mundial, tendo como objetivo final a proteção do meio ambiente e a manutenção das condições naturais do solo, reduzindo o impacto ambiental causado pela deposição de resíduos. Entre os Geossintéticos mais recomendados estão as Geomembranas, os Geotêxteis, as Geogrelhas e, finalmente, os Geocompostos (associação de um ou mais Geossintéticos).

A sua principal função é evitar a contaminação do lençol freático, com a criação de uma barreira artificial à percolação do chorume proveniente da decomposição de resíduos e, também, da ação das águas pluviais, bem como garantir as condições mecânicas necessárias para a manutenção do sistema.

As Geomembranas fabricadas com materiais sintéticos são excelentes barreiras contra a percolação dos fluidos, porém, necessitam de uma eficaz proteção mecânica para que essa eficiência seja mantida ao longo da vida útil do Aterro. Neste caso, os Geotêxteis não tecidos são utilizados como elementos de proteção das Geomembranas, podendo vir acoplados de fábrica com uma Geomembrana de PVC (Geocomposto), ou serem aplicados em separado. As características físicas e mecânicas do Geotêxtil não tecido asseguram total proteção às Geomembranas, evitando danos que possam ser causados por materiais pontiagudos ou agressivos.

Dentro das principais características necessárias ao Geotêxtil para esse tipo de aplicação, destaca-se a excelente resistência ao punção, inerente aos Geotêxteis não tecidos. Por ser fabricado a partir de fibras 100% polipropileno ou poliéster, não sofre ataques químicos ou biológicos, mesmo em ambientes agressivos. A necessidade de se drenar o chorume, o gás, bem como as águas pluviais, ou rebaixar o lençol freático, nos Aterros Sanitários, obriga a construção de eficientes sistemas de drenagem, na maioria dos casos, compostos por trincheiras drenantes.

Assim sendo, o Geotêxtil atua como elemento de filtro entre o solo e o meio drenante, permitindo livre escoamento do fluido em movimento, e retendo as partículas de solo. Devido à alta permeabilidade e capacidade de condução dos fluidos, os Geotêxteis não tecidos têm aplicação indispensável nos projetos de Aterros Sanitários. Para cada tipo de aplicação, deve-se escolher o Geotêxtil adequado, mediante conhecimento das funções que o mesmo deverá desempenhar, bem como de acordo com as suas características físicas, mecânicas e hidráulicas.

As geomembranas são fabricadas normalmente com espessuras variáveis de 0,5 a 3,0 mm, de acordo com as especificações de projeto. A proteção do dreno por geotêxtil é imprescindível para se evitar a sua colmatação e consequente perda de função. O sistema é formado por drenos horizontais, geralmente dispostos em espinha de peixe, com inclinação de fundo de pelo menos 2%.

Para se obter uma maior eficiência na drenagem dos gases e líquidos do aterro, os drenos horizontais (percolado) e os verticais (gases) devem ser interligados. Uma vez coletado o chorume, o mesmo segue para o tratamento. O tratamento a ser utilizado pode variar bastante, tendo em vista a tecnologia escolhida. Os processos normalmente empregados são os biológicos, onde o principal parâmetro de controle é a DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio). Os processos citados na literatura técnica sobre o tratamento do percolado apresentam as seguintes alternativas:

TRATAMENTO FÍSICO-QUÍMICO (NÃO BIOLÓGICOS)

- Precipitação Química;
- Oxidação Química;
- Adsorção sobre Carbono Ativo;
- Processo por Membranas;
- Coágulo-Floculação;
- Evaporação ou Destilação.

TRATAMENTOS BIOLÓGICOS

- Lodos Ativados;
- Filtros Biológicos;
- Lagoas de Estabilização;
- Reatores anaeróbios de fluxo ascendentes (Tipo UASB ou RALF);
- Aeração Prolongada.

OUTROS PROCESSOS

- Exportação do percolado para tratamento em ETEs;
- Uso de Tecnologias Alternativas (Enzimas, fibras naturais, absorventes naturais, entre outros).

LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO

O sistema de tratamento por lagoas de estabilização se apresenta com maior frequência, podendo apresentar variações e complementações, em função da carga orgânica do líquido percolado. As lagoas de estabilização apresentam grande simplicidade de construção e operação. O fluxograma previsto inclui duas lagoas anaeróbias operando em paralelo, uma lagoa facultativa (eventualmente substituída por uma lagoa aerada) e uma de polimento ou maturação (também usada como zona de raízes).

O efluente tratado poderá ser recirculado para dentro do aterro, seguir para uma área de fertirrigação ou, ainda, ser diluído em corpo hídrico receptor, mediante licenciamento do órgão ambiental.

DRENAGEM DE GASES

A decomposição do lixo confinado nos aterros sanitários produz gases, entre eles o gás carbônico (CO₂) e o metano (CH₄), que é inflamável. Os gases, sob condições peculiares, podem se infiltrar no subsolo, atingir as redes de esgoto, fossas e poços absorventes, e causar problemas, uma vez que o metano poderá formar, com o ar, uma mistura explosiva (concentrações de CH₄ entre 5 e 15%). O controle da geração e migração desses gases é realizado através de um adequado sistema de drenagem constituído por drenos verticais colocados em diferentes pontos do aterro. Os drenos são formados pela superposição de tubos perfurados de concreto revestidos de brita, que atravessam no sentido vertical todo o aterro, desde o solo até a camada superior, como se fossem chaminés. Recomenda-se a instalação de drenos a cada 50 a 100 metros; nas extremidades devem ser instalados queimadores de gases, com a finalidade de evitar maus odores e agressão à camada de ozônio.

DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS

As águas de chuva que caem sobre o aterro e em suas áreas vizinhas, muitas vezes, escoam até ele, causando dificuldade na sua operação. A maneira mais indicada de resolver esse problema é abrindo valetas a meia encosta ou uma canaleta em volta de todo o aterro, bem como dando caimento apropriado à cobertura diária do aterro, para evitar problemas nos escoamentos. Toda água canalizada deverá ser conduzida para um ponto distante, onde não cause transtornos ao aterro.

Cuidado especial deve ser dado às águas de nascentes, que devem ser canalizadas, para reduzir o volume do percolado. A drenagem das águas superficiais divide-se basicamente em:

PROVISÓRIA: tem por finalidade permitir a execução do aterro sob qualquer condição climática. Parte desta rede pode futuramente servir para drenagem de chorume e/ou drenagem superficial permanente.

PERMANENTE: tem como finalidade interceptar e desviar o escoamento superficial após a conclusão do aterro.

Qualquer empreendimento que se destina ao acondicionamento de resíduos, dentro dos padrões ambientais, deve seguir o plano de monitoramento das águas subterrâneas, para que a qualidade dessas águas seja mantida. Quanto à localização dos poços de monitoramento, devem ser previstos de modo que suas amostras representem a real situação da qualidade da água subterrânea no aquífero mais alto e devem ser concebidos da seguinte maneira:

- 01 poço à montante e 03 à jusante, no sentido do fluxo de escoamento;
- Os poços têm um diâmetro mínimo para a correta coleta das amostras, obedecendo a NBR 13.895/1997, relativa à sua amostragem, devendo ser protegidos, evitando assim a contaminação superficial.
- Os poços deverão ser monitorados desde o início da operação do empreendimento e deverão ser monitorados por longo período após o encerramento das atividades do empreendimento.

Os estudos Hidrogeológicos apresentam todos os elementos que possibilitam o monitoramento das águas subterrâneas. Quanto ao programa de monitoramento, deve indicar parâmetros a serem monitorados, considerando aspectos como:

- Os tipos, quantidades e concentrações dos constituintes;
- A mobilidade, estabilidade e persistência desses constituintes;
- O limite de detecção do indicador de possíveis produtos de reações que possam ocorrer no aquífero;
- Parâmetros que possam indicar a presença da pluma de contaminação.

Devem-se estabelecer e citar os procedimentos de coleta, preservação e análise das amostras. Estabelecer valores naturais para todos os parâmetros, que podem ser definidos pela tomada de amostras em poços situados à montante do empreendimento, após a operação e, comparativamente, pela amostragem do lençol freático antes do período de operação. Por questão de estatística, o valor a ser considerado deve ser estabelecido após 04 amostragens realizadas

em um intervalo de no mínimo 03 meses. Para avaliar as possíveis variações dos valores dos poços, deve-se seguir o método de Student, para a comparação. Deve-se prever uma análise de todos os parâmetros a serem monitorados, pelo menos duas vezes ao ano em cada poço, durante o período de operação do empreendimento.

A administração do aterro deve contar com instalações mínimas para atendimento dos funcionários e usuários do empreendimento, tais como portaria, escritório, sanitário, vestiário, copa/cozinha, estacionamento para veículos leves e pesados, almoxarifado, depósito de equipamentos e ferramentas, bem como pátio para estocagem de materiais, tais como brita, pedras, material de cobertura, geomantas, geotêxteis, tubos, drenos, entre outros.

Destaca-se, além da administração, a balança rodoviária para controle dos resíduos a serem aterrados. No caso de aterros terceirizados, a pesagem é ainda a forma mais indicada de controle e remuneração dos serviços prestados. A pesagem constante fornece dados estatísticos de grande valor relativos à variação da produção de resíduos ao longo do tempo, com influência direta na vida útil do aterro.

Outro elemento importante para o apoio operacional do aterro é a instalação de cerca e barreira vegetal impedindo a entrada de catadores e animais que possam prejudicar o desenvolvimento dos trabalhos de operação e manutenção do aterro. A cerca de arame farpado, deverá ser de 10 a 12 fiadas. Os mourões devem ser de concreto. A barreira vegetal constituída por arbustos e árvores deverá constituir a “cerca viva” do empreendimento, com o intuito de melhorar o aspecto estético e visual, além de amortecer a ação dos ventos.

Quando a intensidade dos ventos for intensa, a instalação de cerca com tela é recomendada para interceptar os materiais livres que podem ser arrastados até terrenos vizinhos ao aterro. Um portão de entrada deve completar o isolamento, o qual deverá ser mantido fechado. As estradas de acesso, que interligam o aterro sanitário ao sistema rodoviário da Região, deverão ser mantidas em boas condições pela Prefeitura local, ou pela empresa operadora do mesmo, quando previsto em contrato.

As estradas internas têm como função permitir a interligação entre os diversos pontos da área do aterro, bem como garantir a chegada dos resíduos até as frentes de descarga. Essas estradas devem su-

portar o trânsito de veículos mesmo durante os períodos de chuva e, por isso, devem ser mantidas nas melhores condições de operação.

O revestimento com brita, cascalho ou saibro, bem como canaletas de drenagem para as águas de escoamento superficial, são elementos indispensáveis para a manutenção dos acessos internos. As estradas de uso permanente, a serem utilizadas durante toda a existência do aterro, deverão ter largura de, no mínimo, 8,0 (oito) metros. As do tipo secundário, utilizadas em determinadas etapas da construção, deverão ter largura mínima de 6,0 (seis) metros. Declividade longitudinal máxima de até 15% deverá ser observada nos trechos percorridos por veículos carregados. Nos trechos normais, a máxima declividade deverá ser de 10%.

CONCLUSÃO

A Política Nacional de Resíduos Sólidos vem como instrumento de comprometimento do Poder Público com as garantias estabelecidas para o meio ambiente na Constituição Federal. Não incomum que a sociedade tenha como preocupação principal o resíduo dentro de sua residência ou a sua presença nas ruas por onde transita. Ainda parece distante a importância do local de destino final ou mesmo a política de redução dos resíduos em sua geração. Cabe ao poder público o esforço de buscar a Sustentabilidade Ambiental e aos Tribunais de Contas a fiscalização da efetividade neste compromisso.

REFERÊNCIAS

ABNT NBR 13896/1997. **Aterros de resíduos não perigosos** - Critérios para projeto, implantação e operação.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE – FUNASA. **Manual de Saneamento**. 3 ed. Brasília: Funasa, 2006. 408p.

Lei nº 11.445 de 05 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico.

Lei nº 12.305 de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos

MINISTÉRIO DAS CIDADES – Midades. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS): diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos: 2008**. Brasília: MCidades, 2010. 264p.

MINISTÉRIO DAS CIDADES – Midades. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS): diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos: 2009**. Brasília: Midades, 2011. 1900p.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos**: versão preliminar para consulta pública. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/253/_arquivos/versao_preliminar_pnrs_wm_253.pdf>. Acesso em: 04 out. 2013.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE; ICLEI BRASIL. **Planos de gestão de resíduos sólidos: manual de orientação**. Brasília: 2012

VILHENA, A. (Coord.). **Lixo Municipal: Manual de gerenciamento integrado**. 3.ed. São Paulo: CEMPRE, 2010.

ATERRO CONTROLADO

O aterro controlado está em uma fase intermediária entre o lixão e o aterro sanitário, pois possui algumas ferramentas de captação de chorume e gás, mas não trata o chorume, apenas o recoloca na superfície. O contato com o solo é evitado, geralmente, com o uso de argila e grama. No aterro controlado também é realizada a captação de gás.

ATERRO SANITÁRIO

O aterro sanitário é o modo mais correto de depósito de lixo. As células (grandes valas no terreno) são impermeabilizadas com mantas de PVC e o chorume é drenado para um poço, de onde será retirado para tratamento. O gás oriundo do acúmulo de lixo é drenado e pode ser queimado ou usado para eletricidade. O aterro sanitário é coberto diariamente por uma camada de terra e não acumula pragas urbanas.

EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Conjunto de ações educativas voltadas para a compreensão da dinâmica dos ecossistemas, considerando efeitos da relação do homem com o meio, a determinação social e a variação/evolução histórica dessa relação. Visa preparar o indivíduo para integrarem-se criticamente ao meio, questionando a sociedade junto à sua tecnologia, seus valores e até o seu cotidiano de consumo, de maneira a ampliar a sua visão de mundo numa perspectiva de integração do homem com a natureza.

EFLUENTES

Descargas, no ambiente, de despejos sólidos, líquidos ou gasosos, industriais ou urbanos, em estado natural, parcial ou completamente tratados.

ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO HUMANO (IDH)

Criado pelas Nações Unidas em 1990 para medir o nível de desenvolvimento e o bem-estar das populações, o IDH se baseia em indicadores de alfabetização, educação, renda, esperança de vida e natalidade.

INCINERAÇÃO DO LIXO

Uma das opções para diminuir a quantidade de lixo, a incineração é redução do volume ocupado pelos dejetos através da queima, utilizando equipamentos especiais. Há diversos incineradores modernos em todo o mundo, mas problema com manutenção e necessidade de mão de obra capacitada faz com a alternativa não seja tão viável ecologicamente. A poluição do ar e a emissão indevida de partículas não retidas nos filtros são alguns problemas enfrentados, e os materiais remanescentes desse tipo de queima são: dióxido de carbono (CO₂); dióxido de enxofre (SO₂); nitrogênio (N₂); oxigênio (O₂); vapor d'água (H₂O) e cinzas.

LIXÃO

Local onde é depositado resíduo sólido sem nenhuma preocupação com o tratamento do chorume (líquido preto e mau cheiroso provenientes do lixo). Tal descuido polui o lençol freático e deixa o ambiente propenso a contaminação de doenças (por meio de ratos, pássaros, moscas e outros animais). Nos lixões, é constante a presença de pessoas em busca de alimentos estragados e materiais recicláveis.



Tribunal de Contas

ESTADO DE PERNAMBUCO

Instrumento de Cidadania